

**UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE LEGANÉS**



**PROYECTO TÉCNICO FINAL DE CARRERA**

---

**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÑICOS**

**Marcos Jiménez Morán  
SEP/2011**

**PROYECTO TUTORADO POR:**

**D. RAMÓN BARBER CASTAÑO**

**D. RICARDO VERGAZ BENITO**



**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECÁNICOS**

---

Desde el más profundo respeto y agradecimiento a mis tutores D. Ramón Barber Castaño y D. Ricardo Vergaz Benito (Escuela Politécnica de la Universidad Carlos III, de Leganés) por su apoyo en este Proyecto Final de Carrera en el que nos embarcamos y ellos guiaron siempre a buen puerto.

RTF#RTF#RTF#RTF#RTF#RTF RTF#RTF#RTF#RTF#RTF#RTF RTF#RTF#RTF#RTF#RTF#RTF

De igual modo recordar en estas líneas a Industrial de Elevación, S.A., a quien me debo profesionalmente, como precursor de esta investigación y por su voluntad siempre dispuesta de cumplir con sus premisas de compromiso y dedicación plena a este sector tan admirable y gratificante como es el mundo del ascensor.

RTF#RTF#RTF#RTF#RTF#RTF RTF#RTF#RTF#RTF#RTF#RTF RTF#RTF#RTF#RTF#RTF#RTF

Por último recordar a todas aquellas personas que de manera directa o indirecta han hecho posible que llegue a este punto del camino. Me gustaría recordar especialmente a mi familia más cercana: con mis padres y hermana, sin los cuales sería imposible haber caminado durante tanto tiempo sin perder el rumbo, a mi pareja y futura esposa: Verónica, que me hizo creer en todo esto para crear un mañana y, por supuesto a la estrella que desde la distancia me ha iluminado en la oscuridad: *abuelo, sé que te sientes tan orgulloso de mi como siempre yo lo he estado de ti.*





PROYECTO FIN DE CARRERA, ITI ELECTRÓNICA INDUSTRIAL

**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

---





**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

## INDICE DE CONTENIDOS

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>11</b>
1.1. Motivaciones.....	11
1.2. Objetivos.....	13
1.3. Partes del documento.....	13
<b>2. ESTADO DE LA TÉCNICA</b>	<b>17</b>
2.1. Normativa de carácter nacional. Evolución y situación.....	21
2.2. Patentes y desarrollos similares en el mercado actual.....	26
2.3. La eficiencia energética en el sector de la elevación.....	29
2.3.1. Las máquinas síncronas “Gearless” en el sector de la elevación.....	30
2.3.2. Sistemas de alumbrado más eficientes.....	31
<b>3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA RTF</b>	<b>33</b>
3.1. Funcionamiento general y diagrama de bloques del sistema RTF.....	33
3.2. Esquema eléctrico completo del sistema RTF.....	41
3.3. La alimentación del sistema RTF.....	42
3.3.1. Esquema eléctrico del bloque de alimentación.....	42
3.3.2. Datos de partida .....	43
3.3.3. Parámetros del sistema RTF en la etapa de alimentación.....	44
3.4. El control del sistema RTF.....	48
3.4.1. Esquema eléctrico del bloque de control .....	48
3.4.2. Datos de partida.....	49
3.4.3. Parámetros del sistema RTF en la etapa de control.....	50







**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

---

3.5. La etapa de potencia del sistema RTF.....	53
3.5.1. Esquema eléctrico de la etapa de potencia .....	53
3.5.2. Datos de partida.....	54
3.5.3. Parámetros del sistema RTF en la etapa de potencia.....	55
 4. IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO DEL SISTEMA RTF.....	 61
4.1. Desarrollo del <i>Layout</i> del sistema RTF, obtención del prototipo final.....	61
4.2. Pruebas de validación del sistema RTF.....	63
4.2.1. Pruebas de compatibilidad electromagnética del sistema RTF.....	64
4.2.1.1. Resumen de ensayos realizados.....	67
4.2.1.2. Resultados de los ensayos.....	78
4.2.1.3. Conclusiones obtenidas con el ITA.....	80
4.2.2. Pruebas de funcionamiento en equipo final.....	80
4.2.2.1. Montaje y descripción de las pruebas realizadas.....	81
4.2.2.2. Obtención de resultados.....	88
4.2.2.3. Conclusiones obtenidas en equipo final elegido.....	91
 5. PRESUPUESTO DEL SISTEMA RTF.....	 95
5.1. Valoración de componentes del sistema RTF.....	95
5.2. Comparativa con diseños alternativos del RTF y otros sistemas existentes...	98
5.3. Amortización del sistema RTF por cliente final.....	101
 6. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS.....	 105
6.1. Conclusiones.....	105
6.2. Trabajos futuros a desarrollar y otras valoraciones.....	106





**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Ascensor en categoría de modelo, parque de Madrid	18
Figura 2	Ascensor panorámico exterior, diseño curvo en cristal de seguridad especial	18
Figura 3	Evolución en dimensionalidades y posicionamientos del bobinado respecto la polea de los equipos tractores eléctricos Ziehl-Abegg, fabricante alemán de primera línea mundial	19
Figura 4	Iluminación mediante plafón superior provisto de fluorescentes convencionales	20
Figura 5	Iluminación mediante halógeno de encastre en techo	20
Figura 6	Nuevos sistemas de iluminación "fluorescentes" con tecnología LED marca Philips	20
Figura 7	Extracto del RD2291/1985 emitido por el BOE	23
Figura 8	Extracto de portada del RD1314/1997 emitido en el BOE	23
Figura 9	Extracto del RD57/2005 emitido por el BOE	24
Figura 10	Portada del documento UNE EN81.1 en el que se establecen las pautas en seguridad para la instalación de ascensores tipo eléctrico	25
Figura 11	Diagrama de funcionamiento esquemático con y sin RTF	26
Figura 12	Dimensionado (en mm) del sistema CDF9 de Leroy Sommer	27
Figura 13	Encapsulado del sistema CDF9 de Leroy Sommer con la configuración de entradas y salidas	28
Figura 14	Motor asíncrono Gurnes (con reductor), Grupo tractor convencional eléctrico	30
Figura 15	Motor síncrono Dynatech (Gearless, de imanes permanentes) Grupo tractor de menor consumo eléctrico	30
Figura 16	Máquina gearless modelo Diana, vista frontal, actuador del freno	34
Figura 17	Detalle del sistema de accionamiento del freno motor	35
Figura 18	Detalle de los elementos de frenado y las zapatas abrasivas	36





**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

---

Figura 19	Esquema de montaje del sistema RTF dentro de la maniobra del ascensor	37
Figura 20	Diagrama de bloques general del sistema RTF	38
Figura 20b	Esquema completo del sistema RTF diseñado	41
Figura 21	Etapa alimentación, esquema eléctrico	42
Figura 22	Elementos componentes principales de la etapa de alimentación del RTF	43
Figura 23	Etapa de control, esquema eléctrico	48
Figura 24	Elementos componentes principales de la etapa de control del RTF	49
Figura 25	Esquemático de puertos out del Attiny13A	50
Figura 26	Esquemático interno de operación de los puertos de entrada	51
Figura 27	Etapa de potencia, esquema eléctrico	53
Figura 28	Ferrita para interposición en cable de alimentación a la bobina del freno	54
Figura 28b	Elementos componentes principales de la etapa de potencia del RTF	55
Figura 29	Detalle etapa de control, obtención de R5 (resistencia de margen inferior)	57
Figura 30	Detalle de la hoja de características del IGBT K06N60 y el rango de temperaturas de funcionamiento “operación de salida y temperatura de almacenamiento”	59
Figura 31	Detalle del sistema de seguridad mediante transistor en corte directo a masa	60
Figura 32	Dimensionado del prototipo RTF, detalle comparativo de tamaño	61
Figura 33	Layout del prototipo RTF, detalle de la regulación de la tensión de salida sobre R6 (potenciómetro) y del conexionado del jumper para las diferentes entradas	63
Figura 34	Página 1 del informe del ITA de ensayos, confirmación de solicitud de Ensayos	65
Figura 35	Página 1 del informe del ITA de ensayos, descripción del equipo sometido a ensayo	66
Figura 36	Equipo preparado por Industrial de Elevación, S.A. para someter a mediciones en el ITA	68
Figura 37	Equipo conectado para la prueba	70

---





**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECÁNICOS**

Figura 38	Disposición de la muestra durante el ensayo de emisión radiada, caso antena horizontal	71
Figura 39	Calibrado del área de actuación de la radiación (seccionamiento uniforme)	73
Figura 40	Disposición de generación de perturbaciones transitorias eléctricas en ráfagas	75
Figura 41	Dispositivo instalado para el ensayo de interrupciones en la línea de alimentación	77
Figura 42	Página 7 del informe del ITA de ensayos, resultados de ensayo	79
Figura 43	Armario de maniobra del ascensor	82
Figura 44	Vista del interior del cuarto de máquinas de los dos ascensores (en dúplex), maniobra al fondo	82
Figura 45	Detalle del sistema RTF dentro del cuadro de maniobra del ascensor	83
Figura 46	Vista del sistema RTF, la placa ELE01® y algunos de los componentes de la maniobra completa	83
Figura 47	Ajuste del coeficiente de reducción de consumo, actuación sobre el Potenciómetro	84
Figura 48	De izquierda a derecha, contador de viajes y temporizador. Colocados dentro de la placa para mediciones del prototipo	85
Figura 49	Pinza amperimétrica de medición de los ensayos sobre la placa RTF	86
Figura 50	Marcado de calibrado de equipo de medida por el ITA	86
Figura 51	Medición de la demanda de corriente del sistema RTF para alimentar el freno, comprobación de la reducción del mismo una vez estabilizado el régimen	87
Figura 52	Hoja de datos del experimento sobre placa RTF, entrega a Dpto. Electrónica de la Central de Zaragoza	89
Figura 53	Gráfica que aglutina el número de ensayos que se producen en función del tiempo de cambio de funcionamiento	90
Figura 54	Gráfica que nos muestra las mediciones de manera independiente y, a la vez el valor medio de ellas	91
Figura 54b	Tarifas de aplicación para 2º trimestre de 2011 por Iberdrola	92
Figura 55	Tabla completa de costes de componentes constitutivos del sistema RTF final	97





**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECÁNICOS**

---

Figura 56	Resistencia eléctrica	98
Figura 57	Potenciómetro	98
Figura 58	Comparativa, dimensiones en placa entre potenciómetro y resistencias del divisor de tensión	99
Figura 59	Encapsulado del LM111, fabricante Texas Instruments®	100
Figura 60	Esquemático del integrado LM111 de Texas Instruments®	100
Figura 61	Tabla para la extrapolación de los resultados del prototipo a una amortización en el tiempo del RTF	102

## BIBLIOGRAFÍA Y CONSULTAS

### Textos

Problemas de Electrónica de Potencia de A. Barrado y A. Lázaro  
Manuales de OrCAD v10.0  
Normativa UNE EN 81-1  
RD 1314/1997  
RD 57/2005  
UNE EN 81-1  
Extracto de manual Inelsa Zener maniobra ELE01®

### Links

<http://lp.espacenet.com/>  
<http://www.inelsazener.com/>  
<http://www.inelsazener.com/normativas-elevadores.html>  
<http://www.wipo.int/portal/index.html.en>





**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

---

**ANEXOS A DOCUMENTO TÉCNICO DEL PFC**

- |         |   |
|---------|---|
| Anexo 1 | Documento contractual Inelsa Zener – ITA para la realización de los ensayos del RTF                     |
| Anexo 2 | Date Sheet del sistema CDF9 de Leroy Sommer   |
| Anexo 3 | Extracto de líneas de código de programación del micro Attiny13A del RTF                                |
| Anexo 4 | Documento completo de entrega de los ensayos en el ITA para la obtención del marcado CE del sistema RTF |
| Anexo 5 | Extractos recogidos del “Manual de la maniobra ELE01® de Inelsa Zener”                                  |





PROYECTO FIN DE CARRERA, ITI ELECTRÓNICA INDUSTRIAL

**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

---

Nota: Tanto los **RD 57/2005** como **RD1314/1997** y las normativas unificadas en España por AENOR (organismo autorizado principal) se encuentran en archivo de documentación autorizada para Inelsa Zener en la Delegación de Madrid, siendo los formatos existentes en papel y electrónico (.pdf)





**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. MOTIVACIONES**

Sin lugar a dudas, actualmente una de las mayores preocupaciones que nos acontecen es el desarrollo sostenible del planeta: por no decir la que más. La investigación en materia de eficiencia energética, al igual que en el cuidado del medio ambiente mediante medidas de control de residuos que se generan y el tratamiento de los mismos, copan la mayoría de coloquios y reuniones internacionales, tales como el protocolo de *Kyoto*, en materia de contaminación medio ambiental y reducción de las emisiones de los principales gases contaminantes causantes del denominado “efecto invernadero” y que provocan el continuo deterioro de la capa de ozono del planeta.

De igual modo, el mundo se encuentra en una situación energética cada vez más delicada. Se han quedado atrás los años de la energía barata y aparentemente infinita que caracterizaron gran parte del siglo XX para entrar de lleno en una época en la que las reservas probadas de petróleo y gas natural han dejado de aumentar año a año. A este agotamiento de recursos se une el hecho de que estas reservas se encuentran geográficamente localizadas en países con cierta inestabilidad política, lo que puede dificultar su aprovisionamiento y hacer que la gestión y reducción de los consumos de la maquinaria, entre otros, sea cada vez más contenida y por tanto se generen equipos más eficientes energéticamente hablando.

Desde el punto de vista del propio sector industrial y más concretamente en las empresas dedicadas a la fabricación, instalación y mantenimiento de aparatos elevadores para el transporte de personas y carga, esto se ha hecho patente en directivas y normativas desarrolladas desde las administraciones públicas y desde la Dirección General de Industria Energía y Minas. Concretamente en la Comunidad de Madrid, se han desarrollado actuaciones al respecto para renovar el parque existente de ascensores por otros de mayor eficiencia energética mediante subvenciones de cuantías variables en función de los trabajos que se desarrollaran.

En los modelos de ascensores que se instalaban hace varias décadas se buscaba la robustez y el confort por encima de otras premisas que actualmente son fundamentales, como pueden ser el coste energético y durabilidad de los componentes: punto de partida para la disminución del coste del mantenimiento de la propia maquinaria instalada y, por tanto mejor posicionamiento de la empresa en el mercado.

Desde hace varios años se está investigando en Industrial de Elevación, S.A. sobre gran cantidad de aspectos evolutivos dentro de la dinámica del sector: la iluminación







**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

inteligente en cabina, o la instalación de motores de tipo síncrono (imanes permanentes, sin reductores) denominados *Gearless* o los optimizados de pesos y cargas en los componentes mecánicos para conseguir aligerar los equipos, sin por ello disminuir los requerimientos en materia de seguridad, y así reducir los dimensionados técnicos de los compresores oleodinámicos o los motores eléctricos.

El presente documento es la memoria de un Proyecto Fin de Carrera desarrollado en este ámbito. Si fueran pocas las posibles motivaciones que conlleva el hecho de desarrollar, investigar y por supuesto defender un Proyecto Fin de Carrera, cerrando con ello los estudios de Ingeniería Industrial Técnica Electrónica, la verdad es que el propio tema en sí resulta seductor. Tal y como se ha comentado, la idea de seguir investigando la industria para poder crear sistemas más sostenibles en materia de eficiencia energética, era uno de los alicientes principales.

Industrial de elevación se encuentra actualmente trabajando con mayor empeño en este camino, por ello está investigando en diferentes partes físicas del ascensor para poder conseguir un mayor ahorro energético del conjunto y así un equipo más competitivo dentro del propio sector.

La idea de poder desarrollar un proyecto de investigación docente sobre un sistema de control electrónico para la gestión de la energía en el freno del motor y que dicho sistema se comience a implantar a medio plazo en el mercado, es muy gratificante desde el punto de vista profesional: entre otras cosas dará lugar a una comercialización en serie y tras esta investigación el autor formará parte principal en la aportación de dicha tecnología.

El punto de partida ha consistido en comenzar a valorar los consumos que hace un tiempo se consideraban despreciables respecto del total de la propia instalación del ascensor. Actualmente, con las evoluciones introducidas en materia de eficiencia energética, en los ascensores tales como las cabinas con iluminación inteligente y luces LED en lugar de fluorescentes y luces incandescentes, la utilización de máquinas síncronas (en ascensores eléctricos) y compresores con control electrónico del grupo de válvulas (en ascensores oleodinámicos) el consumo de la bobina del freno del motor de los ascensores electromecánicos convencionales se ha convertido en un valor considerable, dadas las tensiones que se emplean para su excitación y los tiempos de suministro y corte con que se aplican.





**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

## 1.2. OBJETIVOS

El sistema de *Reducción de la Tensión del Freno*, el cual nombraremos a partir de ahora como **RTF**, debe cumplir las características que se detallan porque, al no suponer hoy día un producto diferenciador sino más bien un producto necesario para ser competitivo, el coste de fabricación y por supuesto el precio final en mercado deben ser lo más ajustados posibles.

Los objetivos que nos hemos marcado a la hora de comenzar con el desarrollo de este proyecto son, principalmente cumplir las siguientes tres características:

- El adquirir un sistema de gestión de ahorro energético para el ascensor, dentro de las limitaciones de consumo, que dependa del propio sistema de frenado de la máquina tractora y no sea necesario ningún controlador o terceros elementos externos.
- El obtener un producto final que sea de rápida y fácil producción dentro del organigrama de fabricación de Industrial de Elevación, S.A. y que la relación calidad – coste sea lo más notable posible.
- El desarrollar un sistema que sea capaz de ser implementado dentro de un marco ya existente (la parte eléctrica del ascensor), de fácil conexionado y de una compatibilidad máxima con el resto de componentes; consiguiendo así que las futuras mejoras sobre las que se sigan trabajando tengan una base estable y de comportamiento conocido.

Por ello, determinaremos si de los elementos que estudiaremos inicialmente se puede reducir el consumo eléctrico del ascensor reduciendo la tensión de alimentación del freno del motor; el cual tiene una elevada demanda eléctrica en su conexión.

## 1.3. PARTES DEL DOCUMENTO

Una vez realizada una breve introducción a modo de contexto en el que se mueve el sector de la elevación, y explicar los objetivos que se buscan a la hora de realizar este Proyecto, así como las motivaciones que nos mueven a su desarrollo, pasamos a realizar una breve descripción de las partes del documento.

El presente documento técnico de investigación desarrollado como Proyecto Fin de Carrera (PFC) para la finalización de los estudios de Ingeniería Técnica Industrial, especialidad de Electrónica Industrial para la Universidad Carlos III de Madrid (Escuela Politécnica Superior de Leganés), comprende las siguientes partes: Estado de la técnica, Descripción del sistema RTF, Implementación del sistema RTF, (creación del prototipo y pruebas), Presupuesto del sistema RTF y Conclusiones y trabajos futuros.





**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

---

Pasamos a describir cada uno de ellos:

**En el capítulo 2, *Estado de la técnica***, encontraremos la explicación resumida de cómo se encuentra el sector en la actualidad: reduciendo consumos despreciables para el cálculo del total de gran cantidad de equipos instalados antiguamente, mediante utilización de luces de tecnología LED en empotrables y fluorescentes o mediante motores de eficiencia energética mayor como las máquinas gearless de imanes permanentes.

Partiendo de una visión inicial de las competencias para hacer cumplir la normativa de los ascensores en España y posteriormente explicando cronológicamente los Reales decretos que dictan las directrices a seguir en el cumplimiento de la instalación y mantenimiento del parque existente, tales como el RD2291/1985 y el posterior RD1314/1997 con su RD57/2005 de incremento de seguridad del parque de ascensores existentes, se pretende dar una visión resumida y general de las pautas de control respecto a este sector. Una vez hecho esto, se explica brevemente la coexistencia de diferentes sistemas similares al RTF para la reducción de consumos aplicada a ascensores y se hace una pequeña valoración estadística de las aportaciones porcentuales de consumo de los grupos tractores y la iluminación de los ascensores: los dos bloques de consumo más importantes, planteando soluciones y aportando valoraciones calculadas estimativas de ahorro entre los métodos tradicionales y los nuevos componentes que se están comercializando.

**En el capítulo 3, *Descripción del sistema RTF***, se detalla la parte central: técnica y de investigación del sistema RTF. Hemos dividido el circuito, y con ello el sistema, en tres partes claramente diferentes y que unidas comprenden la totalidad del mismo: la alimentación, el control y la etapa de potencia.

La alimentación supone la entrada de la placa RTF desde la maniobra (denominamos maniobra al conjunto de los elementos eléctricos y electrónicos que gestionan al ascensor, confiriendo al conjunto la movilidad y seguridad requeridas para su correcto funcionamiento), con ello parte esencial para el correcto funcionamiento del conjunto. Se explicará de ella su importancia, así como la elección de su configuración final frente a posibles alternativas pensadas, siendo la robustez la base de dicha elección. La etapa de control comprende el bloque central del esquema del circuito, donde mediante un microcontrolador específico y pensado para tal fin se consigue controlar el sistema RTF, y además detectar posibles fallos de suministro de tensión en la salida: condición, como veremos, primordial para cubrir con los exigentes sistemas de





**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÑICOS**

seguridad de un ascensor (recordamos que hablamos de transporte de personas), entre otros parámetros.

Por último, tenemos un driver de control para un IGBT que componen en conjunto una etapa de potencia, la cual sería el último de los bloques del sistema RTF; su función principalmente, como ya veremos, será la de suministrar de manera constante tensión a la bobina del freno y así evitar que esta caiga por bajada en la tensión de red. El conjunto formado por IGBT + driver correspondiente y el microcontrolador, se encuentran íntimamente ligados, hasta el punto de que este último es el que los acciona.

**En el capítulo 4, *Implementación del sistema RTF, creación del prototipo y pruebas***, se documentan principalmente las pruebas experimentales y de diseño del sistema RTF.

Siendo la idea principal del estudio el crear un sistema viable y de aplicación final sobre casos reales (puesta en el mercado), se incluye este capítulo en el cual pasamos de un circuito general completo (etapa alimentación + etapa control + etapa de potencia) al desarrollo de un circuito impreso real o Layout de diseño.

De manera experimental se le realizarán dos tipos de pruebas a la placa RTF en cuestión, a la que denominaremos *prototipo*: pruebas de compatibilidad electromagnética, condicionante principal para poder comercializar el producto final, las cuales se resumen en dicho apartado y, en caso de querer profundizar más, se encuentran de manera extendida en los *Anexos a proyecto* en el apartado final del documento; y las pruebas de funcionamiento ordinario, las cuales se realizan por un periodo de tiempo determinado en una instalación existente del parque de ascensores que tiene Industrial de Elevación, S.A. en Madrid.

**En el capítulo 5, *Presupuesto del sistema RTF***, El hecho de encontrarnos con un sistema con posterior comercialización nos hace dar un sobre valor a este capítulo. El presupuesto comprende la valoración económica del producto en el mercado y con ello su coste inicial. Una vez visto este punto, realizaremos una comparativa con otros productos del mercado que tienen costes diferentes y que no interesan desde el punto de vista coste - fabricación y desarrollo -amortización, por el propio fin de la placa en cuestión. Así llegaremos a conclusiones de amortización del sistema en plazos de tiempo y si podemos o no incluir la amortización del producto como argumento comercial de venta del sistema RTF, dentro de los actuales procesos de fabricación y suministro de Industrial de Elevación, S.A.





**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECÁNICOS**

---

En el capítulo 6, **Conclusiones y trabajos futuros**, siendo que este proyecto se encuentra englobado dentro de un Plan de Investigación reciente de Inelsa (Industrial de Elevación, S.A.), explicaremos la idea que tenemos para el desarrollo de nuevos trabajos de investigación en este campo, que tienen lazos en común con el desarrollo del sistema RTF, dentro de un campo estratégico como es la eficiencia energética en nuestras instalaciones existentes y por supuesto en nuestras instalaciones futuras.

Los capítulos finales que comprenden la **Referencia en el documento técnico del PFC** y los **Anexos a documento técnico del PFC** son capítulos a modo de complemento que en caso de necesidad de consulta más concreta o indicación al respecto, sirvan al lector de índice y orientación hacia el tema en concreto.





**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

## **2. ESTADO DE LA TÉCNICA**

En la actualidad, el sector industrial dedicado a los ascensores se encuentra realizando mejoras continuadas en cuestiones de ahorro energético y fabricación de productos eficientes. Si bien es cierto que hace varias décadas no se prestaba ninguna o casi ninguna atención a este aspecto constructivo y se tenía el ascensor como un componente de lujo dentro del propio edificio, realizando terminaciones externas con cierres en forja y cerramientos elaborados artesanalmente, (ver en la figura 1 un ascensor modelo), en la actualidad, se está empezando de manera masiva a enfocar el producto final desde un punto de vista ecológico, y eso nos lleva a una eficiencia energética mayor y por tanto, a un desarrollo más sostenible. Desde hace casi una década ya está prohibido el uso de fosfatos y materiales derivados de sílices para la fabricación de los forros de los frenos, así como es conocida la prohibición del uso del amianto para impermeabilizados y aislantes en interiores de motores eléctricos y demás construcciones y fabricaciones. Respecto de la eficiencia energética que se comentaba, las empresas del mercado mundial de ascensores (y demás elementos de elevación) están comenzando a ofrecer productos que consiguen optimizar los costes de mantenimiento y por supuesto reducir consumos eléctricos sin por ello olvidar una de las premisas del propio ascensor, que no es otra que la de dotar al edificio un carácter singular. Al respecto, véase la figura 2 en la que se puede observar un ascensor moderno con acabados vanguardistas.

Principalmente hay que tener en cuenta dos aspectos: el sistema de tracción del ascensor, que consume aproximadamente el 25% de la energía total, y el sistema de alumbrado, con casi el 75% restante (despreciamos consumos derivados de sistemas anexos como el teléfono, la carga de los sistemas SAI internos de la maniobra o los displays y botones de mando).

En cuestión de sistemas de tracción se consideran dos tipos de ascensores: los hidráulicos, y los electromecánicos (motores eléctricos). Dentro de este último grupo, se encuentran, a su vez, los ascensores eléctricos de dos velocidades, los ascensores eléctricos de frecuencia y tensión variables y por último los que además de frecuencia y tensión variables no presentan engranajes, y constan de cinta plana y/o motores de imanes permanentes de alta eficiencia: son los denominados *gearless* (motores síncronos).

De igual modo, los equipos eléctricos tractores han evolucionado desde un punto de vista estructural debido a las exigencias del mercado: la obtención de resultados de transporte vertical en huecos cada vez más reducidos a nivel constructivo, han provocado el desarrollo de equipos con los frenos y las poleas tractoras colocadas en





**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

posiciones verticales respecto del propio bobinado (motor) y así conseguir reducir su dimensión en hueco

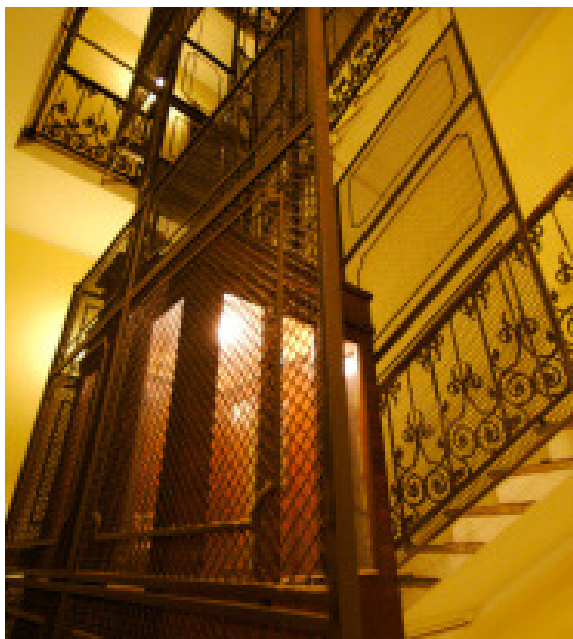


Figura 1

Ascensor en categoría de modelo, parque de Madrid



Figura 2

Ascensor panorámico exterior, diseño curvo en cristal de seguridad especial

hasta un 35%, lo que podemos ver en la figura 3 con la gama de máquinas gearless de Ziehl–Abegg, donde los modelos más a la izquierda son los denominados verticales mientras que cuanto más nos vamos a la derecha vemos como se han reducido las dimensiones para conseguir con los horizontales grandes prestaciones en poco espacio.

Respecto al tema derivado de los consumos por iluminación tenemos que tener en cuenta dos tipos tradicionales de luz: fluorescentes de tubo y halógenos de encastre en techo, figuras 4 y 5, respectivamente.

Actualmente existen diferentes alternativas como son la iluminación LED, como podemos ver en un ejemplo de proveedor Philips en la figura 6, y la luz fría (fluorescentes de alto rendimiento mediante atmósferas más limpias, de Helio o Neón, por ejemplo); si a esto le sumamos la detección de presencia en interior de cabina o el

**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÑICOS**

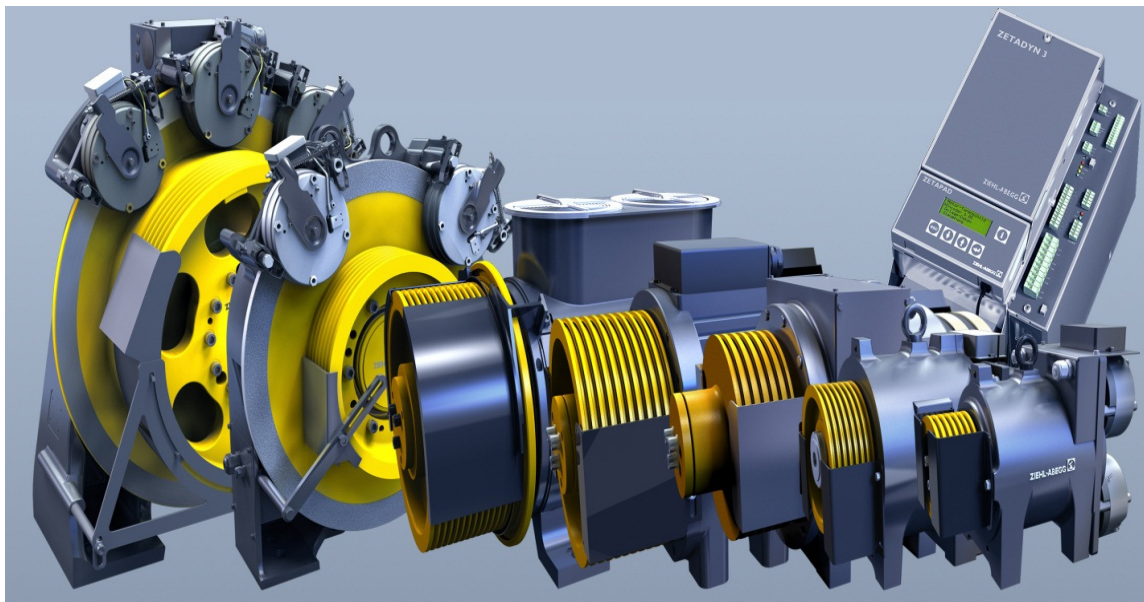


Figura 3

Evolución en dimensionalidades y posicionamientos del bobinado respecto la polea de los equipos tractores eléctricos Ziehl – Abegg, fabricante alemán de primera gama mundial

control por maniobra de la iluminación, conseguimos unos ahorros de consumo exponenciales respecto a los casos tradicionales.

Por todo ello, las empresas del sector de la elevación están abriendo campo de actuación en materia de optimizados y ahorros energéticos con otros parámetros no tan influyentes como el motor y la iluminación pero que, con los avances tecnológicos, han pasado de un segundo plano por su poca influencia en el total del consumo, a ser un valor nada despreciable a la hora de dimensionar el conjunto como tal.

Encuadrado en este punto está el ahorro energético en los sistemas de frenado de las máquinas tractoras de los ascensores.



**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

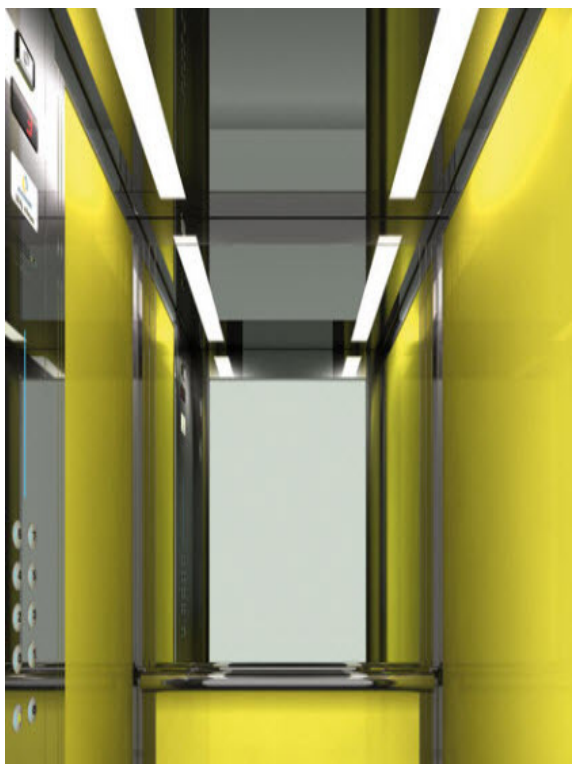


Figura 4  
Iluminación indirecta mediante plafón superior  
provisto de fluorescentes convencionales



Figura 5  
Iluminación directa mediante halógeno de encastre  
en techo

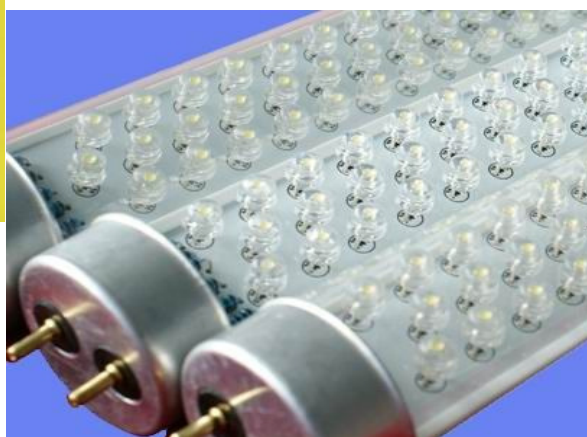


Figura 6  
Nuevos sistemas de iluminación, "fluorescentes" con  
tecnología electrónica LED marca *Philips®*

Todos estos aspectos constructivos hacen que los sistemas actuales de elevación presenten gran cantidad de mejoras, las cuales benefician de manera directa e indirecta al cliente y al propio equipo.



**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

## **2.1. NORMATIVA DE CARÁCTER NACIONAL. EVOLUCIÓN Y SITUACIÓN**

Actualmente, los ascensores constituyen un elemento cotidiano que se caracteriza por una doble faceta, su comodidad y su seguridad. A este último aspecto ha contribuido decididamente el desarrollo normativo que este tipo de aparatos ha llevado asociado, igualmente.

En un primer momento, con la aparición de las Comunidades Autónomas y el traspaso de competencias y funciones a éstas por parte del Estado, comenzaron a realizarse continuas adhesiones a la normativa base inicial, en función de los propios requerimientos que exigía cada una de los territorios autonómicos; así, cubriéndose las necesidades mínimas de seguridad exigibles por la Administración General del Estado, se podían encontrar diferentes legislaciones aplicables dentro del panorama nacional.

Cuando en junio de 1985, España entra a formar parte del grupo de países Miembros de la Unión Europea, al igual que en otras muchos ámbitos jurídicos y legislativos, la armonización de las reglamentaciones de carácter nacional, así como la normalización dentro del marco europeo de las exigencias en materia de seguridad y control de los ascensores de nueva construcción, pasó a un ámbito global europeo con una supervisión y regulación nacional.

En la actualidad, bajo un control legislativo exigido desde la Dirección General de Industria, Energía y Minas de Madrid (caso que nos compete), al igual que del resto de Direcciones de España, se busca dar una regulación y control de supervisión a todas y cada una de las instalaciones. De igual modo, desde este organismo de control central se regulan las inspecciones periódicas de los ascensores instalados y se posee un archivo central de todos los equipos existentes, sin distinción entre fabricantes, mantenedores y/o instaladores. La documentación exigida para poder legalizar un ascensor a día de hoy es un proyecto técnico firmado por un ingeniero técnico industrial o superior y compuesto por: una memoria técnica del aparato, unos planos de ubicación, y replanteo en hueco, los certificados de conformidad de todos y cada uno de los componentes constructivos y un contrato de mantenimiento firmado por el cliente final y la empresa mantenedora. Actualmente, en Madrid hay inscritas más de 150 empresas de mantenimiento de ascensores.

A nivel legislativo, el punto de inflexión más importante comienza con el Real Decreto 1314/1997, de 1 de agosto, véase figura 8, por el que se aprobaban las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 95/16/CE sobre ascensores, para instalación y el Real Decreto 2291/1985, véase figura 7, para el mantenimiento de los mismos. Mediante el Real Decreto 1314/1997 se adoptaron las





**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

bases para poder regularizar desde un punto de vista técnico, la seguridad de todos los ascensores de los Estados miembros de la Unión; para ello se obligaba a la obtención de una Declaración de Conformidad tanto unitaria a nivel del propio ascensor como de todos y cada uno de los componentes de seguridad: a partir de entonces comenzaron a surgir los Organismos de Certificación Autorizada (OCA) que regidos por un órgano central como AENOR regularizarían todo el parque existente en España.

Mediante el Real decreto 2291/1985 se obligaba a una serie de revisiones periódicas de los aparatos instalados.

Por último, se publicó el Real Decreto 57/2005, véase figura 9, a fecha 21 de Enero y con entrada en vigor en agosto de ese mismo año. En él se contemplaban todas y cada una de las mejoras en seguridad necesarias para la correcta instalación de ascensores. Dichas mejoras deberían ser de inmediato cumplimiento para los ascensores de nueva instalación y deberían ser incluidas en el parque existente en el plazo de un año máximo.

Estas normas se encuentran reguladas en el caso español bajo la norma española UNE-EN 81-1, véase figura 10, que nos marca las *reglas de seguridad para la instalación de ascensores eléctricos* (siendo la UNE-EN 81-2 la de los hidráulicos), y marca la pauta a seguir según normativa europea en las instalaciones presentes y futuras de ascensores.





## SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES ELECTROMECÁNICOS

### REAL DECRETO 2291/1985, DE 8 DE NOVIEMBRE POR EL QUE SE APRUEBA EL REGLAMENTO DE APARATOS DE ELEVACIÓN Y MANUTENCIÓN DE LOS MISMOS.

Los avances tecnológicos de los últimos años, así como el proceso de acercamiento a la Comunidad Económica Europea hace necesaria la promulgación de una nueva reglamentación para los ascensores y montacargas.

Por otra parte, se estima conveniente ampliar el campo de dicha reglamentación, incluyendo en la misma otros aparatos de elevación tales como grúas, plataformas elevadoras y otros análogos, así como los aparatos de manutención que puedan ser causa de accidentes.

Siguiendo las orientaciones ya establecidas en otros Reglamentos, también en este caso se han separado las normas de carácter general de aquellas otras propiamente técnicas más afectadas por el progreso previsible, las cuales serán recogidas en las Instrucciones Técnicas Complementarias.

En su virtud, a propuesta del Ministro de Industria y Energía previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión de 6 de noviembre de 1985.

#### DISPONGO:

##### Artículo 1.

Se aprueba el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención, que figura como anexo a este Real Decreto.

##### Artículo 2.

Este Reglamento será de aplicación para cada clase de aparatos, cuando entre en vigor la Instrucción Técnica Complementaria (ITC) que corresponda y en los plazos que se establezcan en cada una de ellas.

#### DISPOSICIÓN TRANSITORIA

Hasta la entrada en vigor de las correspondientes Instrucciones Técnicas Complementarias de este Reglamento, serán de aplicación las siguientes disposiciones: Para los ascensores y montacargas movidos por energía eléctrica, el Reglamento de Aparatos Elevadores, aprobado por Orden del Ministerio de Industria de 30 de junio de 1966, y demás disposiciones posteriores que lo modifiquen.

Para los aparatos elevadores de propulsión hidráulica, la Orden del Ministerio de Industria de 30 de junio de 1974, por la que se determinan las condiciones que deben reunir los aparatos elevadores de propulsión hidráulica y las normas para la aprobación de sus equipos impulsores.

Para los aparatos elevadores de obras, el Reglamento de Aparatos Elevadores para obras, aprobado por Orden del Ministerio de Industria de 23 de mayo de 1977.



Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo

#### Disposición

Real decreto REAL DECRETO 1314/1997, de 1 de agosto por el que se modifica el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención aprobado por REAL DECRETO 2291/1985, de 8 noviembre. BOE n° 234 30-8-1997

Órgano emisor: Ministerio de Industria y Energía

Fecha de aprobación: 1-7-1997

Fecha de publicación: 30-8-1997

#### Análisis de la disposición

##### Afecta a

##### Afectada por

- REAL DECRETO 57/2005, de 21 de enero, por el que se establecen prescripciones para el incremento de la seguridad del parque de ascensores existentes.
- Disposición final primera. Modificación del Real Decreto 1314/1997, de 1 de agosto, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 95/16/CE, sobre ascensores. 1

Figura 7

Extracto del RD2291/1985 emitido por el BOE

Figura 8

Extracto de portada del RD1314/1997 emitido en el BOE





**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECÁNICOS**

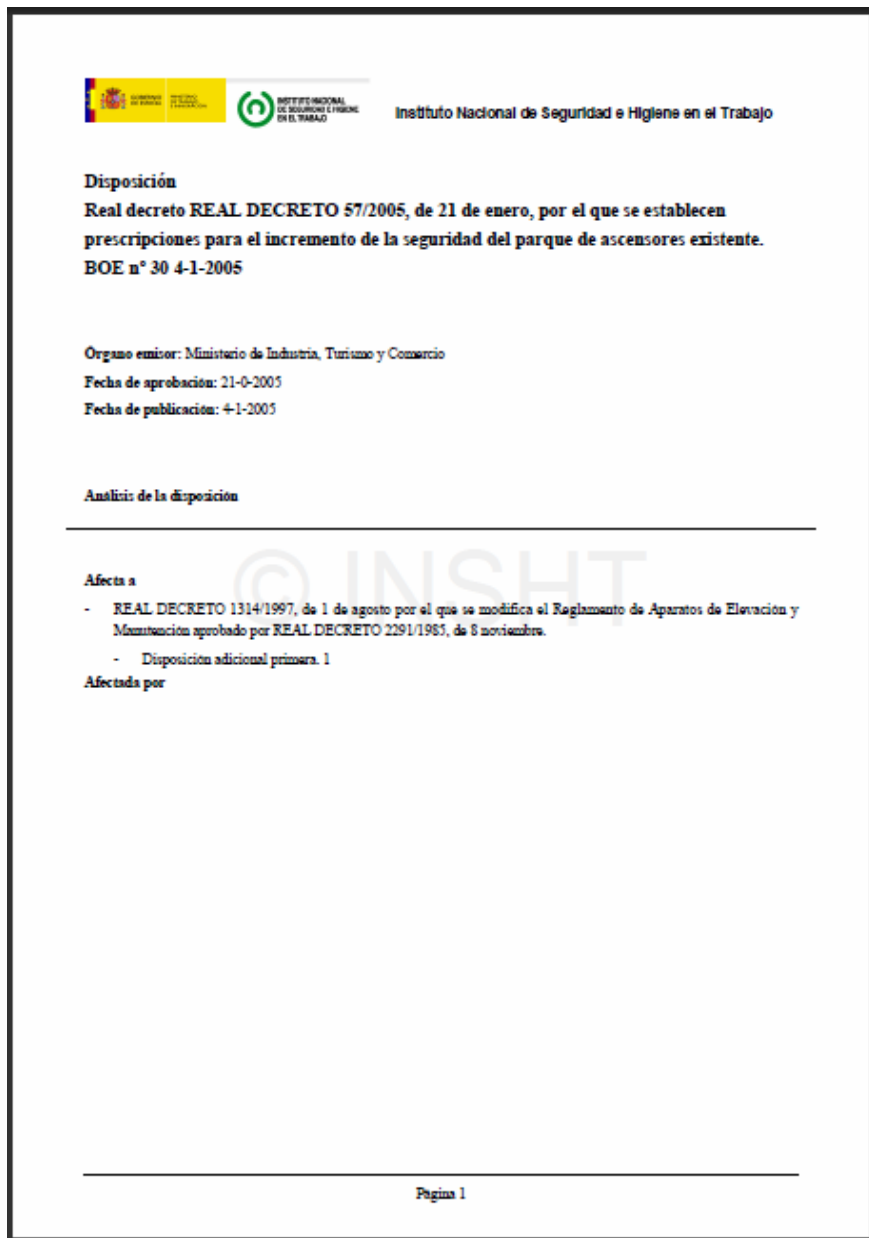


Figura 9  
Extracto del RD57/2005 emitido por el BOE





SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS

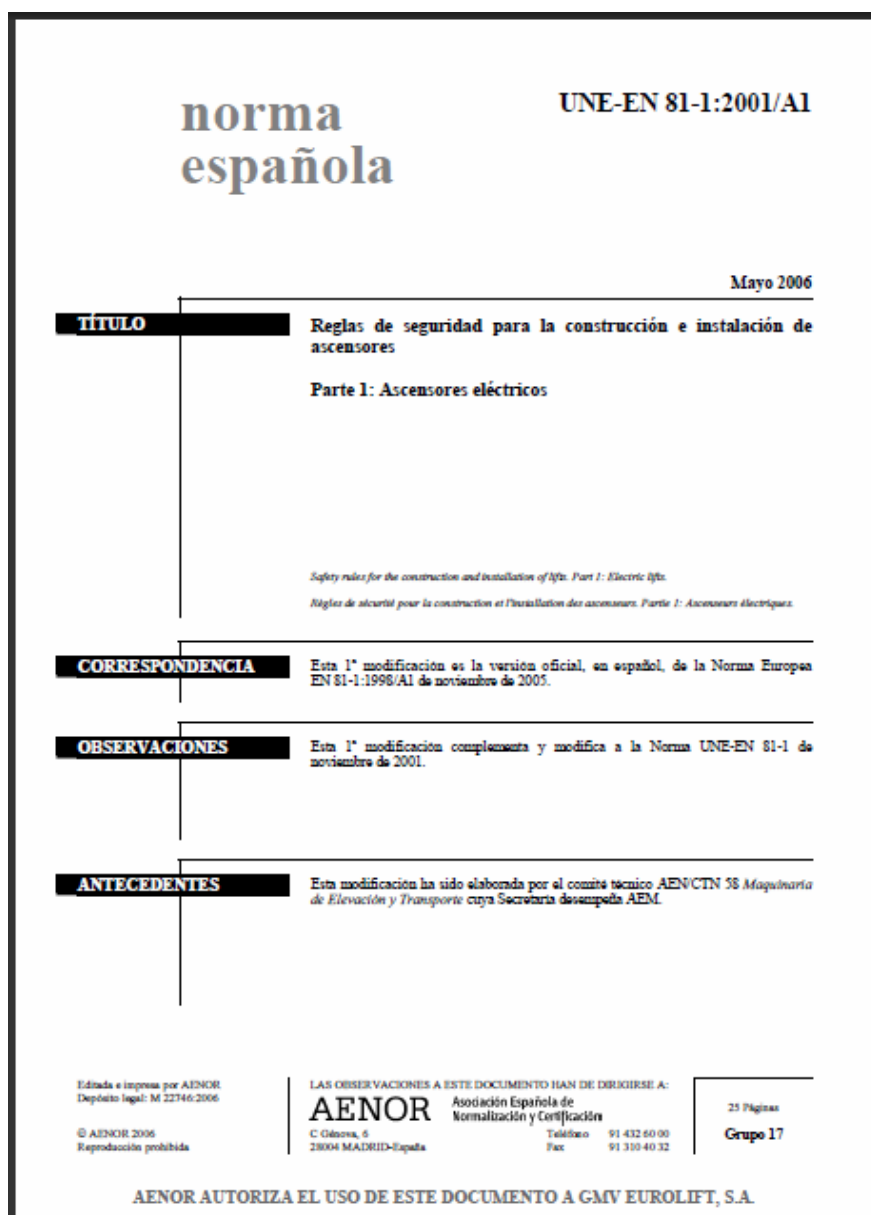


Figura 10

Portada del documento UNE EN81.1 en el que se establecen las pautas en seguridad para la instalación de ascensores tipo eléctrico

Para poder comprender este proyecto de investigación tecnológica, y posteriormente las aclaraciones que nos llevan, por ejemplo, a emplear un sistema de realimentación



## SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSION EN LA BOBINA DEL FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES ELECTROMECAÑICOS

para conseguir que no se produzcan cortes o la necesidad de que el sistema RTF, en caso de fallo, pueda ser capaz de resetearse y comenzar en inicio a una tensión óptima para activar el freno, es interesante saber que existe una directriz que marca la UE de obligado cumplimiento para la fabricación, certificación e instalación de ascensores bajo normativa vigente pero, en ningún caso, creemos que sea necesario adjuntarla o incluirla completa en este documento que opinamos comprende otras inquietudes tecnológicas distintas

### 2.2. PATENTES Y DESARROLLOS SIMILARES EN EL MERCADO ACTUAL

En un principio, la industria ofrece sistemas con capacidades de trabajo similares a las deseadas para la realización del cometido del sistema RTF, el cual, sin profundizar en fundamentos técnicos, que ya se tratarán más adelante, se busca conseguir reducir la tensión de excitación del freno del motor (una vez actuado sobre él) para conseguir de ese modo un ahorro energético en el conjunto del ascensor. Se puede ver de manera esquemática expresado en la figura 11,

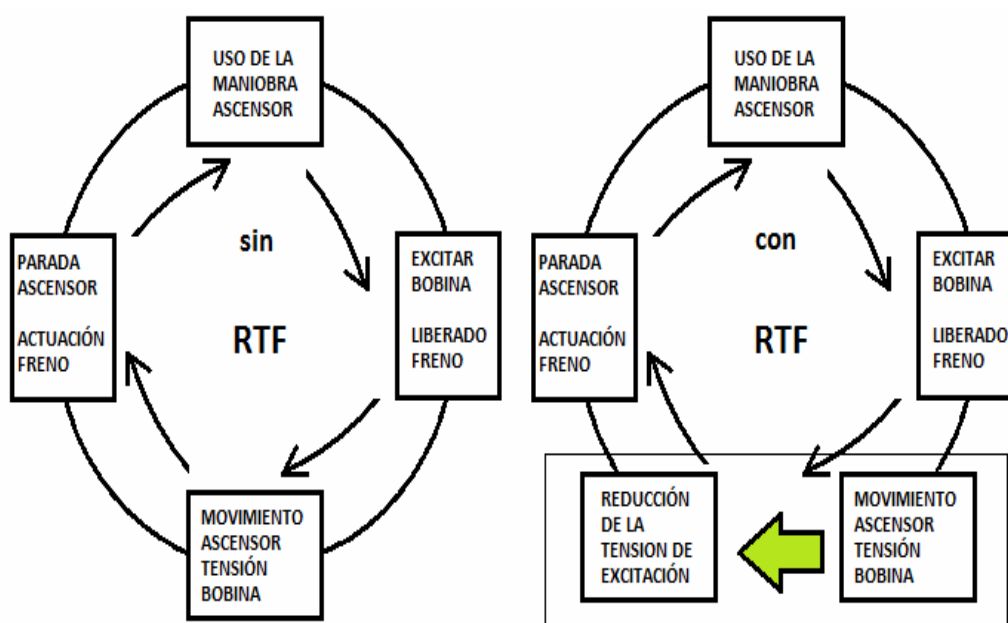


Figura 11  
Diagrama de funcionamiento esquemático con y sin RTF



**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES ELECTROMECAÑICOS**

Una posibilidad que se pensó fue la del dispositivo CDF9 de la empresa de componentes y sistemas electrónicos de gestión de potencia Leroy Sommer. Dicho dispositivo cuenta con un encapsulado propio y un esquema del dimensionado como el que se muestra en la figura siguiente, figura 12.

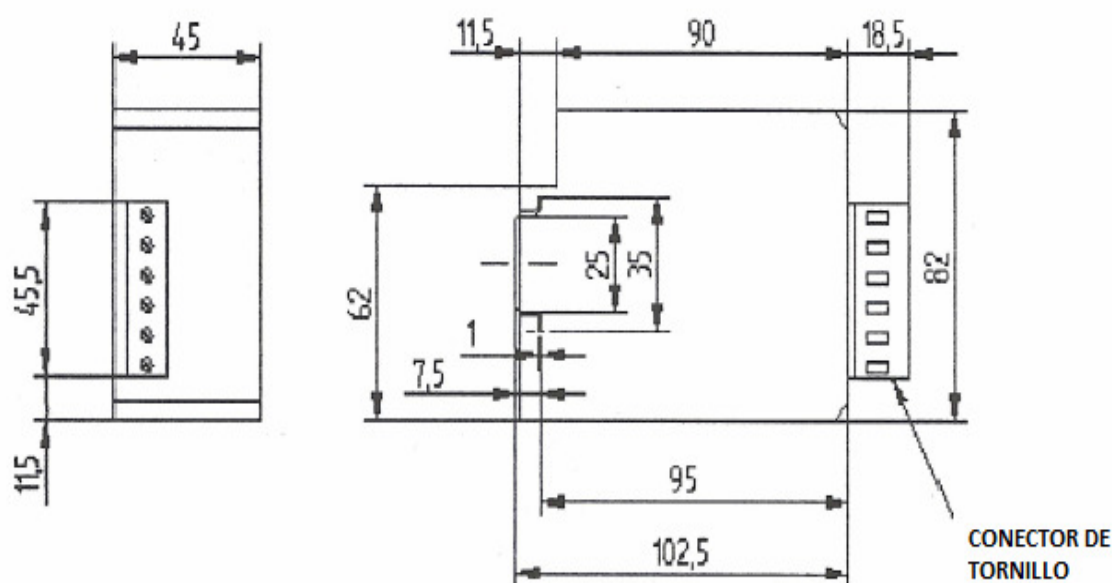


Figura 12  
Dimensionado (en mm) del sistema CDF9 de Leroy Sommer

El CDF9 es un dispositivo electrónico de potencia que es capaz de procesar señales alternas AC de hasta 480Vac para conseguir a la salida señales continuas DC de hasta 207Vdc, de este modo estaría encuadrado dentro del tipo convertido AC-DC con características de funcionamiento prácticas en principio para el fin que necesitamos.

El funcionamiento del CDF9 es el siguiente: a lo largo del tiempo de 1s se aplica el voltaje en los electroimanes de los frenos para asegurar un rápido tiempo de respuesta. A continuación, esta tensión se reduce lo suficiente como para asegurar que los frenos pueden mantenerse en posición y sin impedir su función, pero evitando un posible calentamiento de las bobinas.

El sistema CDF9 puede alimentar a uno o varios frenos en DC directamente desde la fuente de alimentación AC.



## SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES ELECTROMECAÑICOS

Como propiedad especial podemos decir que, en caso de incorporarse en un sistema donde el freno (sistema alimentado a tensión DC) necesite una velocidad de accionamiento muy elevada incluye dos conectores (pin 3 y pin 4), véase figura 13, que tratan la señal por impulsos. Esto sería muy útil en equipos que necesiten accionar un freno eléctrico por electroimanes similar a un sistema de frenado de un tren o un tren de aterrizaje de un avión, donde supondría un símil al sistema ABS de los automóviles, con activación y desactivación muy rápida respecto al sistema convencional de frenado.

A continuación pasamos a mostrar los datos técnicos más relevantes del sistema CDF9 de Leroy Sommer de la ficha de LS (Leroy Sommer): T420 D042a, datos técnicos CDF9 del 08/01/2009, dividiremos en datos mecánicos y eléctricos, obtenidos del *Data Sheet*.

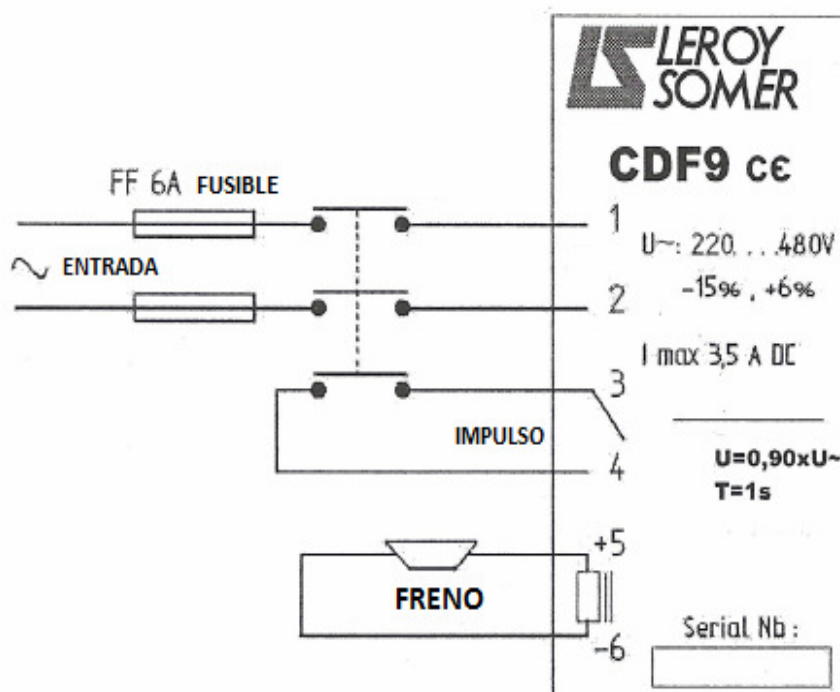


Figura 13

Encapsulado del sistema CDF9 de Leroy Sommer con la configuración de entradas y salidas

### DATOS DE MECÁNICA:



**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

Montaje: Rail DIN EN 50022 Ref. 63015 NFC DIN 46277-3

Protección: IP20 conector excluidos

Temperatura ambiente:  $-16^{\circ}\text{C}$  a  $55^{\circ}\text{C}$  ( $-25^{\circ}\text{C}$  a  $85^{\circ}\text{C}$  con reducción de potencia)

Humedad relativa: 98% máximo (sin condensación)

Temperatura de almacenamiento:  $-40^{\circ}\text{C}$  a  $100^{\circ}\text{C}$

Choques:  $<100\text{m/s}^2$  16ms (IEC 60 068-2-29)

Vibraciones:  $<5\text{m/s}^2$  10 ... 150 Hz (IEC 60068-2-6)

Terminal de la sección transversal: máx  $2,5\text{ mm}^2$

Peso: 200 g

**DATOS ELÉCTRICOS:**

Alimentación de CA: 220V a 480V (-15%, +6%)

Salida de CC impulso: 0,90 x (alimentación de CA)

207Vdc de 230Vac

Retención por CC de salida 0,45 x (alimentación de CA)

104Vdc de 230Vac

Corriente máxima: 3,5 A RMS (5seg integración)

Agilizar el tiempo de: 1000mseg

Retrasar el inicio: 15mseg máx.

Realmente, el sistema CDF9 de Leroy Sommer supone un componente interesante a la hora de implementarlo dentro de nuestra maniobra aunque bien es cierto que para nuestros requerimientos finales está por encima de las pretensiones; si a esto le sumamos la pérdida de desarrollo propio y con ello el necesitar de terceros como el proveedor Leroy Sommer y el precio de partida, que supera en casi un 500% el del coste del sistema RTF, véase capítulo 5 *Presupuesto del sistema RTF*, hace menos atractiva la opción de incluirlo como solución técnica.

### **2.3. LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR DE LA ELEVACIÓN.**

Como hemos comentado, los dos bloques de consumo más importantes de analizar para posteriores reducciones son: los equipos tractores y la iluminación de la cabina de pasajeros. Ambos suponen la práctica totalidad del sistema completo y por ello es interesante su conocimiento y posibles alternativas existentes.



**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS****2.3.1. Las máquinas síncronas “Gearless” en el sector de la elevación.**

Los motores Gearless, véase figura 15, son motores eléctricos síncronos; disponen de unos imanes permanentes de alta capacidad magnética y cuyo objetivo, es incrementar al máximo el par del motor a bajas velocidades, utilizando la mínima potencia. Sus ventajas son la mayor durabilidad, y reducción de los costes energéticos.

Los motores eléctricos son los que presentan mayor eficiencia (alrededor del 90%) y se pueden complementar con variadores de frecuencia que produzcan arranques y frenadas más suaves, de manera que se consiguen reducir los altos consumos derivados de los picos de intensidad que se producen en esos momentos. Al final, se puede conseguir un ahorro del 25 al 40% respecto a los ascensores eléctricos convencionales y hasta el 60% respecto a los ascensores de accionamiento hidráulico. Además de lo anteriormente dicho, los motores síncronos gearless no presentan un mayor coste de mantenimiento: son máquinas de mayor durabilidad, debido al bajo régimen de trabajo que desarrolla (350 rpm frente a casi 1000 rpm de las máquinas con reductor asíncronas, figura 14) y no lleva carter de aceite lubricante-refrigerante, lo cual reduce costes y además minimiza los mantenimientos específicos de las máquinas.



Figura 14  
Motor asíncrono Gurnes (con reductor), Grupo tractor convencional eléctrico

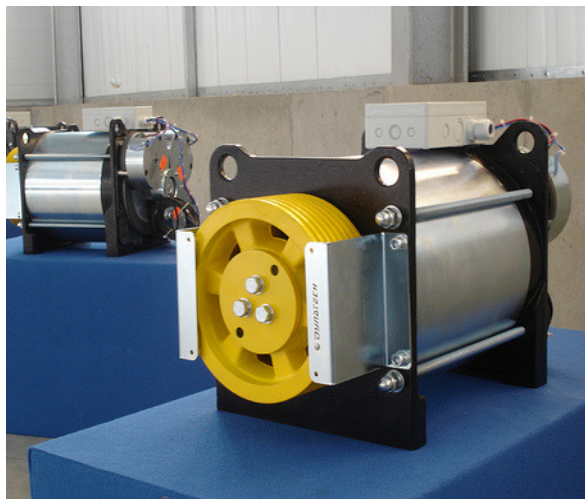


Figura 15  
Motor síncrono Dynatech (Gearless, de imanes permanentes) Grupo tractor de menor consumo eléctrico



**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

### 2.3.2. Sistemas de alumbrado más eficientes

Pero lo más sorprendente es que hasta el 75% de energía lo consume el alumbrado del ascensor. Pensándolo bien, casi todos los ascensores llevan incorporados varios fluorescentes que suman una potencia de entre 80 y 100 W, en los mejores casos. Estos fluorescentes permanecen encendidos durante 24 horas al día, esté el ascensor funcionando o parado, por lo que el gasto energético anual es enorme.

Supongamos un caso en particular en el que tengamos una comunidad de propietarios de un edificio de 8 plantas y cuatro viviendas por planta, con un número de vecinos de 100 y un número de ascensores de 2. Cada ascensor cuenta con iluminación por valor en consumo de 100 W.

Nº de ascensores:	2
Consumo en potencia por ascensor	100W
Precio KWh <sup>(1)</sup>	0,140069 €
2 ascensores x 100W x 24 h x 365 días = 1752 KWh al año	

Coste energético comunitario por año al respecto = <b>245,400 €</b>
---

Utilizando un sistema de detección de presencia en el interior del ascensor o un sistema temporizado desde maniobra que lea el tiempo que está el ascensor sin atender una llamada y dé paso a un estado de stanby mediante el cual el ascensor pueda activar una situación de letargo, y por tanto de ahorro energético, que apague la luz cuando no hay nadie en su interior, podría ahorrarse la mayor parte de este consumo, dado que el uso del ascensor en un edificio típico de viviendas se realiza en ocasiones puntuales y permanece mucho más tiempo vacío que ocupado. Supongamos las siguientes premisas para un cálculo estimativo del ahorro energético y económico del que hablamos: 100 vecinos que utilizan el ascensor 4 veces al día con un coeficiente de simultaneidad de 0,8 (esto es, que a veces se coincide en el ascensor con otros vecinos en una proporción de 2 de cada 10 veces) y una duración del viaje de 20 segundos que permanece con la luz apagada cuando va vacío

Nº de vecinos:	100
Nº de viajes al día x vecino:	4

<sup>(1)</sup>Según tarifa de Iberdrola para el segundo trimestre del 2011 (dato de su web oficial)





**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSION EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECA'NICOS**

---

Coeficiente de simultaneidad de tráfico:	0,8 (2)
Duración media de viaje:	20 seg. (3)
Tiempo de retardo de conexión del sistema	15 seg.

Cálculo del tiempo en uso del ascensor:

$100 \text{ vecinos} \times 4 \text{ viajes/día} \times 0,8 = 320 \text{ viajes/día}$

$320 \text{ viajes/día} \times 35 \text{ segundos} = 11200 \text{ seg de viaje / día} = 3,11 \text{ h de viaje/día}$

Cálculo del consumo energético del alumbrado:

$2 \text{ ascensores} \times 0,1 \text{ KW} \times 3,11 \text{ h} \times 365 \text{ días} = 227,3 \text{ KWh / año}$

Coste energético comunitario al respecto = <b>31,799€</b>
---

Es decir, que se ahorraría 213,601 € lo que supone casi un 88% menos que el caso tradicional de alumbrado.

<sup>(2)</sup> Suponemos una posibilidad del 80% de que sólo un viajero utilice a un mismo tiempo el ascensor

<sup>(3)</sup> Suponiendo un ascensor de 0,63m/seg y un número de paradas media de 8 plantas.





**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

---

### 3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA RTF

#### 3.1. FUNCIONAMIENTO GENERAL Y DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA RTF

Las características de funcionamiento que pretendemos cumpla el sistema RTF son las que detallamos a continuación, siempre teniendo en cuenta tres premisas fundamentales y que, como podremos observar a lo largo del documento son las que marcarán la pauta a seguir en nuestros criterios de evaluación respecto a los resultados obtenidos:

- La *sencillez* en los elementos que componen el sistema RTF.
- La *robustez* del conjunto para la seguridad del ascensor.
- El *minimizar el coste* del producto final por lo difícil de su amortización una vez puesto en el mercado debido al fin del mismo: que lo hace necesario y en ningún caso.

Los límites de funcionamiento de este circuito, así como de los componentes electrónicos empleados, están previstos para funcionar dentro de los siguientes márgenes (condiciones de funcionamiento controlado)

- Temperatura comprendida entre 5 y 40°C.
- Humedad relativa entre el 10 y el 90%, sin condensación.
- Atmósferas no corrosivas y/o pulverulentas.
- Tensión de alimentación en CC continua o pulsante entre 190 y 48Vcc.
- Potencia máxima de la bobina de freno 250VA.

De manera inicial comenzaremos con la explicación del funcionamiento de actuación de un freno en una máquina asíncrona dedicada a la propulsión de un ascensor electromecánico estándar, como sería el caso de la vista frontal de una máquina COMAQ gearless modelo Diana que se muestra a continuación en la figura 16.

Partiendo del reposo, es decir: el ascensor parado en planta en estado de espera, el sistema mecánico formado por un lado por el chasis y la cabina y por otro por el sistema de contrapeso (ambos unidos por cables metálicos tipo *seale* y que variarán en número y/o diámetro dependiendo del modelo de ascensor y especialmente la carga), se encuentran contenidos de manera general por la acción que ejerce el sistema de freno sobre el volante motor de la máquina.





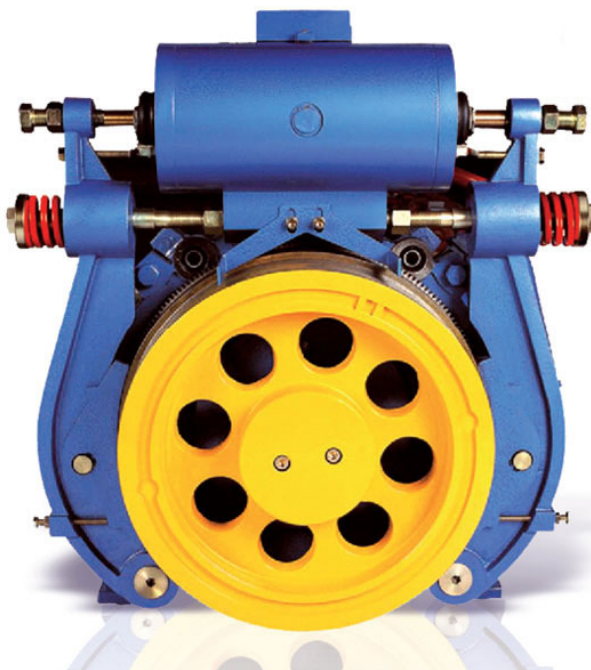
**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECÁNICOS**

Figura 16

Máquina gearless modelo Diana, vista frontal, actuador del freno

El freno de un ascensor electromecánico para máquinas asíncronas puede variar en diferentes características, tales como: las tensiones de alimentación o excitación, sistemas propios de rescate manual y demás; pero en su fundamento se compone de una bobina interna (como todo motor) que al excitarse es capaz de accionar dos émbolos o ejes que soportan unos muelles de compresión fijados al soporte mediante una rosca y una tuerca de retención. Véase la figura 17 en la que se detallan cada una de las partes explicadas.

Cuando el ascensor está parado la bobina no está excitada y por tanto, los soportes no están activados, separando los brazos de amarre del freno con su material de fricción (telas de *piel de camello* o ferodos, en su mayoría, véase figura 18) contra el volante motor de la máquina.

Cuando se recibe una señal eléctrica que la maniobra interpreta como una llamada, la bobina recibe una tensión suficiente como para excitarse y así contraer los émbolos,

**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

véase figura 18, y liberar el volante de los materiales de fricción que se encuentran en los brazos del freno.

**BOBINA DE EXCITACIÓN DEL FRENO**

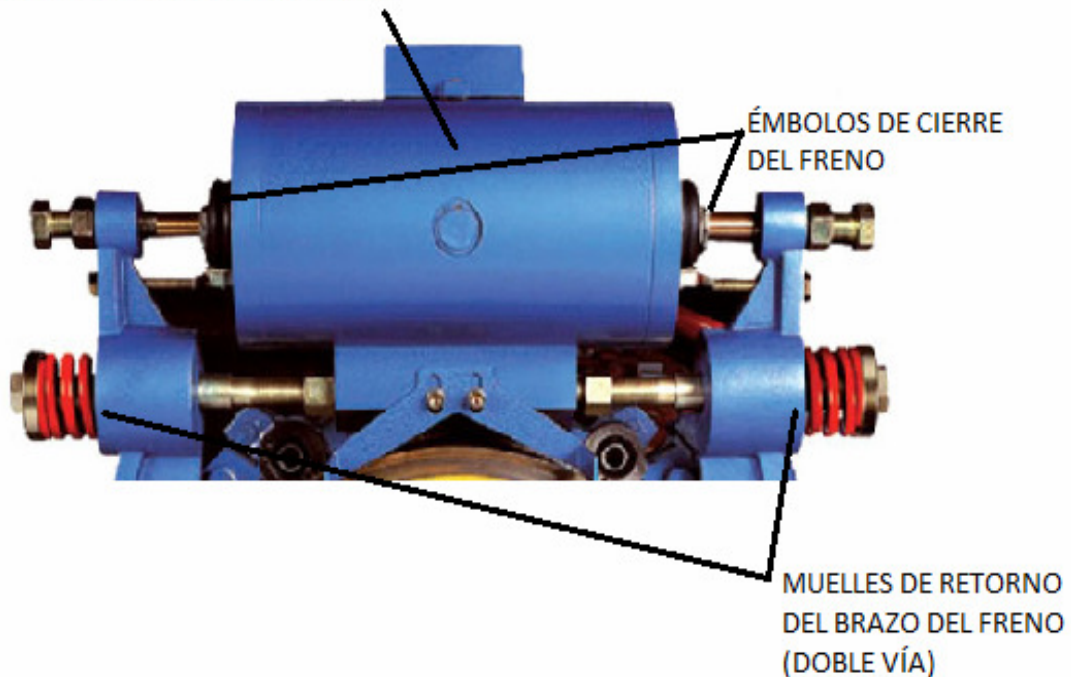


Figura 17

Detalle del sistema de accionamiento del freno motor

En este momento, el ascensor se encuentra en posición de movimiento y realizará la misma actuación pero al inverso, una vez se llegue a planta, la bobina deja de excitarse y los muelles permiten el retorno contenido de los brazos del freno, y por tanto imposibilitan el movimiento del volante del motor: el ascensor vuelve al estado inicial.

Como condición inicial de estudio, en el sistema RTF nos hemos propuesto como medida para la reducción de consumo, así como para conseguir alargar la vida de la bobina de freno y de los elementos que accionan ésta, plantear un diseño mediante un regulador de tensión que nos permita reducir la tensión suministrada a la bobina de



**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÑICOS**

freno una vez activada (es decir liberar el volante motor de la máquina motriz de la acción del freno.

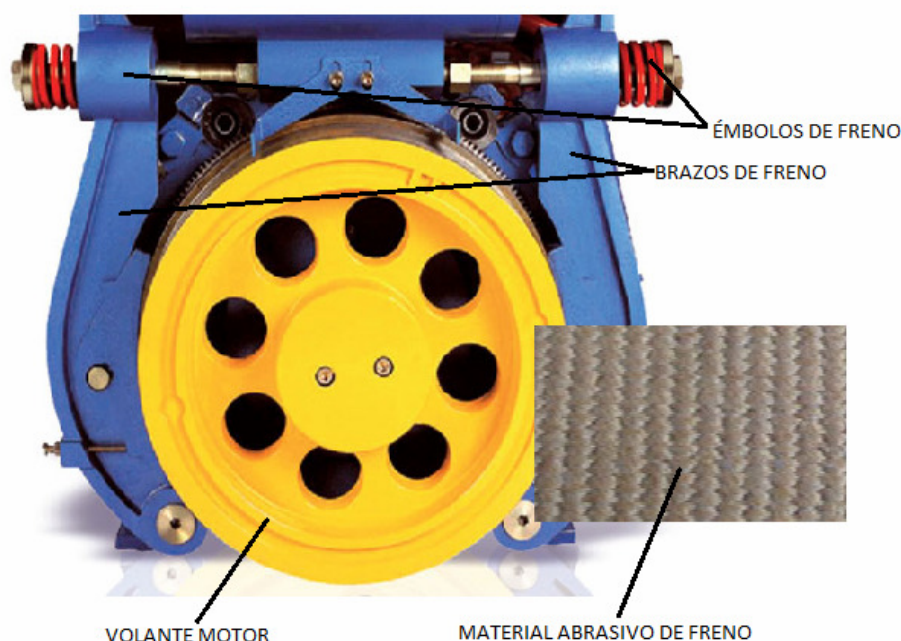


Figura 18  
Detalle de los elementos de frenado y las zapatas abrasivas

La placa del sistema RTF debe conectarse necesariamente siguiendo los mismos protocolos impuestos por Industrial de Elevación, S.A. para el resto de componentes electrónicos, es decir: mediante enchufables estándar iguales a los que presenta la maniobra actual más evolucionada ELE01®, y con unas características de diseño que nos permitan incorporar el sistema implementado dentro del armario de maniobra actual, sin por ello tener que modificar los elementos ya existentes.

Todo esto permitirá que sea mucho más sencilla su integración en equipos ya instalados sin necesidad de nuevas versiones al respecto.

El sistema RTF se conectará en serie con la alimentación de la bobina de freno, véase la figura 19, entre ésta y el cuadro de maniobra, como ya se explicará en el capítulo 4 en su apartado 4.3.2.

**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÑICOS**

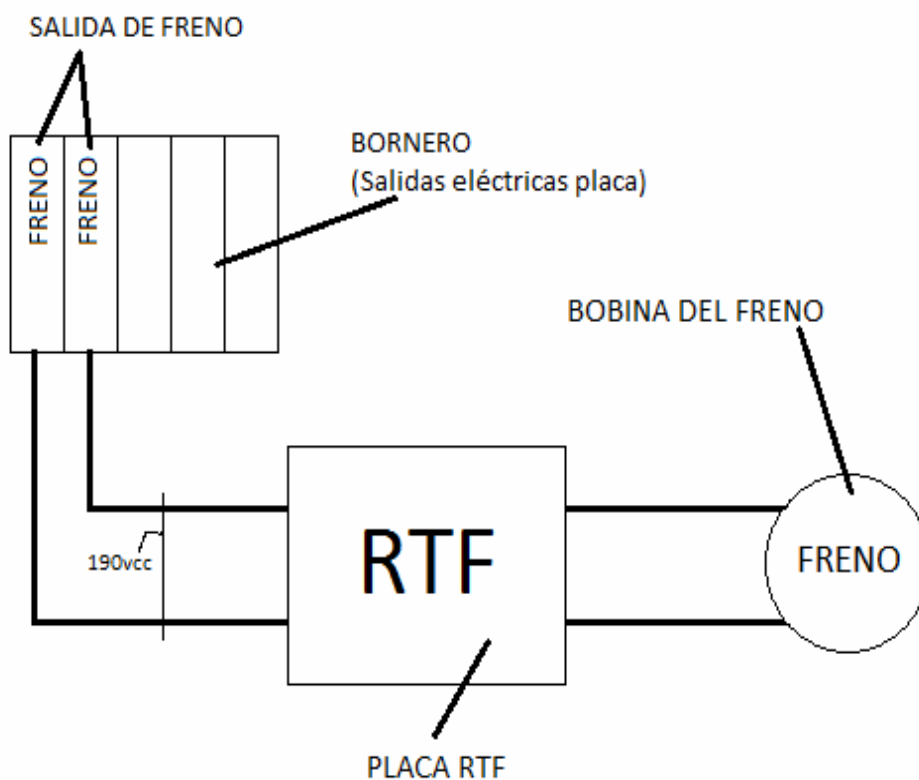


Figura 19  
Esquema de montaje del sistema RTF dentro de la maniobra del ascensor

**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

De manera general y representativa, el sistema se corresponde al siguiente diagrama de bloques:

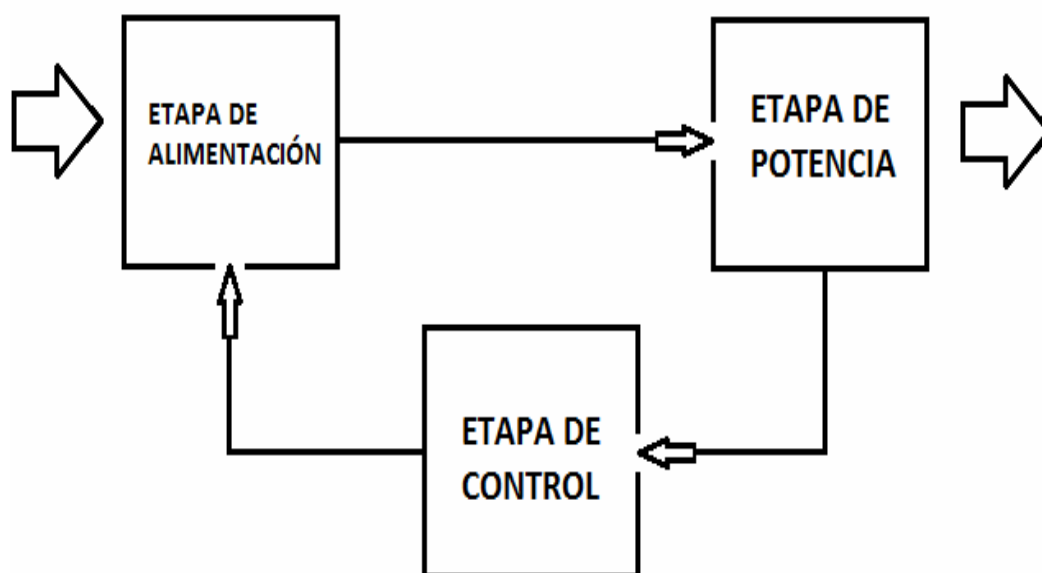


Figura 20

Diagrama de bloques general del sistema RTF

La placa del sistema RTF funcionará de la siguiente forma, tal y como se ha decidido en el diseño del mismo:

**Fase 1.- Arranque**

Con la detección de la señal de entrada (llamada del ascensor), se inicia una rampa desde 0 al 100% de la tensión nominal. Esta rampa se realiza en unos 200ms, algo conseguido mediante el propio diseño de la placa y su condensador de entrada. El microcontrolador necesita de unos 100-150ms, según especificaciones del fabricante, para conseguir la tensión de alimentación de 0 a 5Vcc, lo que lo hace apto para el uso que se pretende que tenga.

Se ha optado por mantener esta rampa tan rápida ya que puede ayudar a reducir los picos de conexión y no perjudica al funcionamiento del circuito.



**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

En cuanto se detecte la tensión de freno, el sistema RTF dará paso a la bobina de freno con una rampa que se pretende, a priori esté en el rango de 0,3 a 0,5 segundos para reducir posibles picos de tensión. Cuanto mayor sea el tiempo de actuación del freno, mayor será el desfase entre la parada o movimiento de cabina respecto de detección de planta, lo que podría dar lugar a un deslizamiento de la misma y, por lo tanto una parada defectuosa respecto del nivel de planta. Transcurridos 3 segundos, programados por software, se pasará a la tensión de mantenimiento, ajustable mediante un potenciómetro incluido en la placa. Se eligen 3 segundos por ser un tiempo aceptable y relativamente bueno para permitir que las seguridades mecánicas y eléctricas asociadas al ascensor se encuentren en reposo y no actúen, si no lo hicieron antes.

Cuando desaparezca la tensión de alimentación, el equipo se desconectará y la bobina de freno caerá por falta de tensión.

Por seguridad, si por alguna circunstancia se detecta que falla la tensión de alimentación por más de 0,1 segundos dentro del sistema RTF (medición mediante el IGBT asociado y, ajustado por software), el circuito pasará a suministrar la tensión nominal. Esto es así para asegurar que microcortes de tensión (contacto con alguna cerradura eléctrica al pasar por el piso) no hagan caer el freno, el cual a una tensión reducida no podría activarse.

**Fase 2.- Espera**

Este estado o fase mantiene la tensión de salida al 100% del valor nominal para garantizar el accionamiento del freno durante 3 segundos aproximadamente, tal y como se explicó anteriormente.

**Fase 3.- Reducción de tensión**

Finalizada la espera, el valor de la tensión de salida descenderá del 100% al valor que ajustemos manualmente en el dispositivo RTF, como ya se verá más detallado en el apartado 4.3.2 *Pruebas de funcionamiento en equipo final*. El valor de ajuste se puede leer constantemente con una pinza amperimétrica colocada para tal fin, de tal forma que se puede observar el comportamiento del freno conforme se modifica la tensión de salida, facilitando el ajuste.

**Fase 4.- Apagado**

El apagado se inicia cuando la tensión de alimentación baja por debajo del nivel de funcionamiento del equipo. El corte de la tensión de la bobina de freno se realiza por la





**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

desaparición de la tensión de alimentación procedente del cuadro de maniobra y por el corte del IGBT.

Cabe resaltar estas etapas por hecho de no alimentar la placa RTF constantemente ya que si se hiciera, al no poder resetearse el sistema, se produciría una sobrecarga en el microcontrolador que daría lugar a un fallo por sobre tensión en bornas de freno: cuestión clave para que disparara el automático de fuerza tetrapolar del cuadro general de protecciones (CGP) del ascensor.



## SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES ELECTROMECÁNICOS

### 3.2. ESQUEMA ELÉCTRICO COMPLETO DEL SISTEMA RTF

Partiendo de los ensayos previos así como de los estudios del circuito, se esquematiza el circuito con el que se implementará la placa. El sistema de gestión informática para tal fin ha sido el OrCAD® en su versión 10, el cual se disponía con licencia en la Central de Industrial de Elevación, S.A.

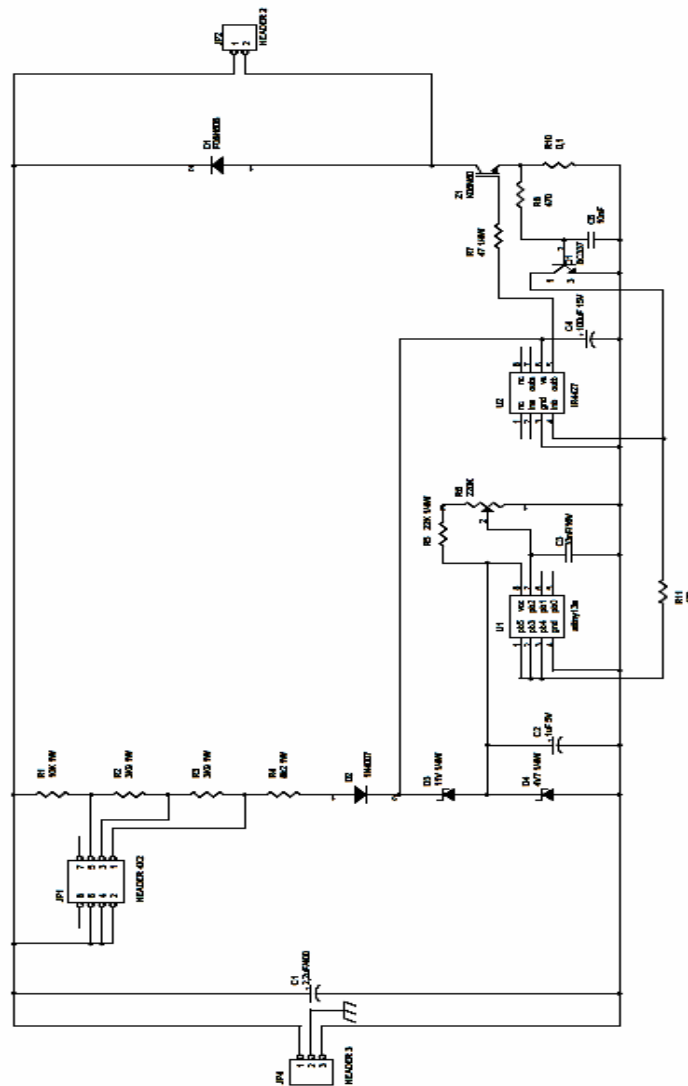


Figura 20b  
Esquema completo del sistema RTF diseñado

## SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES ELECTROMECÁNICOS

### 3.3. LA ALIMENTACIÓN DEL SISTEMA RTF

#### 3.3.1. Esquema eléctrico del bloque de alimentación

La primera etapa que nos encontramos en el sistema RTF es la etapa de alimentación. Estos componentes del circuito son los que tienen una mayor relación con la señal de entrada desde el bornero de la placa y de una manera u otra, la regulan para el resto de etapas, como se verá posteriormente.

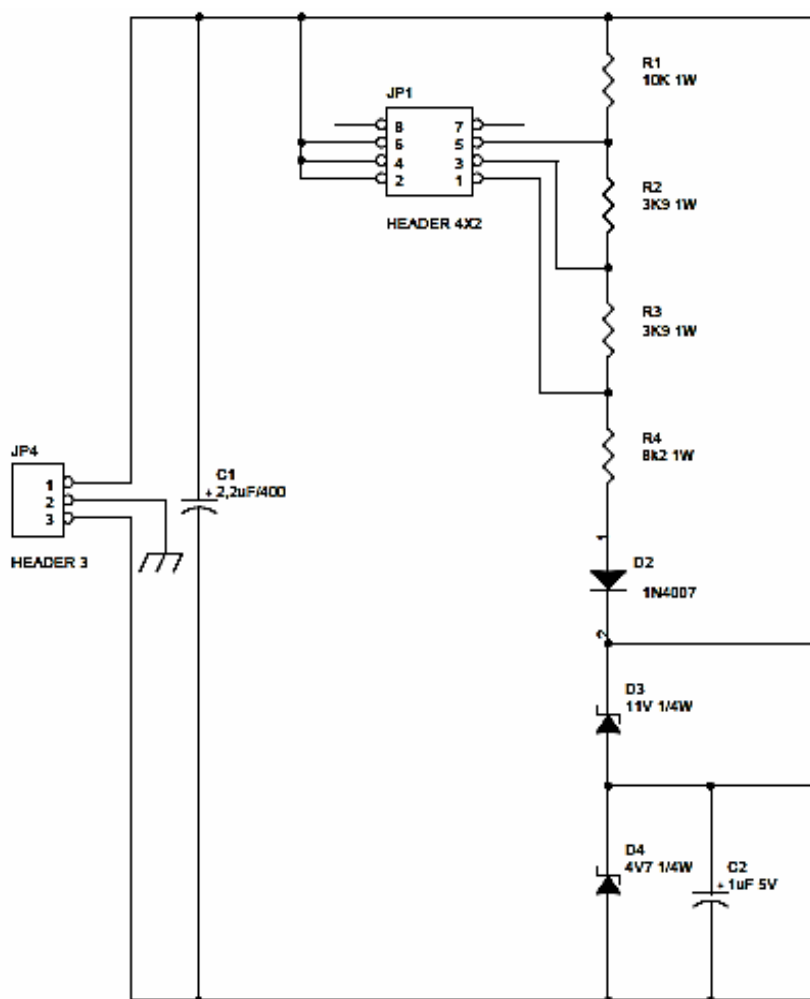


Figura 21  
Etapa alimentación, esquema eléctrico



**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS****3.3.2. Datos de partida**

Está formada por un conjunto de resistencias, un diodo y dos zener.

Partiendo de un jumper, de conexión igual al del resto de elementos que componen la maniobra, se entra en la placa RTF, el pin 2 del jumper debe estar conectado a tierra. Mediante un header (selector) vamos a posicionar el puente de conexonado para poder elegir una tensión de entrada a la placa, en su etapa de control y potencia, correcta para el funcionamiento del freno, es decir: que la tensión de excitación de la bobina del freno sea la requerida por el fabricante.

Como estabilizador de las oscilaciones que se producen en la entrada y con capacidad de filtrado, como se puede ver en la figura 21 como esquemático de la RTF y la figura 22 como placa final implementada, las resistencias se encuentran conectadas en relación con el header y así poder seleccionar un conjunto u otro con mayor facilidad. Posteriormente al divisor de tensión tenemos un diodo y dos diodos zener que nos darán regulación de tensiones para posteriores alimentaciones en micro y etapa de potencia (IGBT).

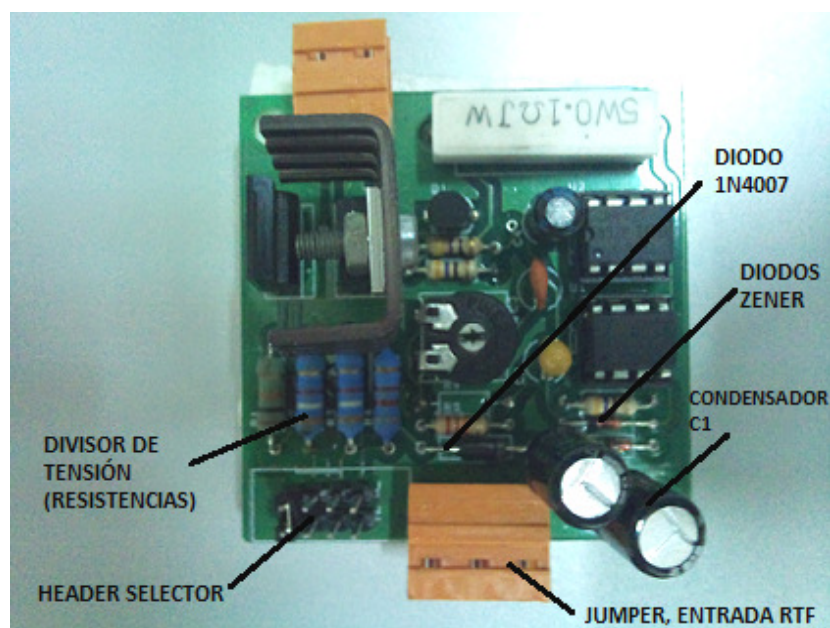


Figura 22  
Elementos componentes principales de la etapa de alimentación del RTF



SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS

### 3.3.3. Parámetros del sistema RTF en la etapa de alimentación

#### 3.3.3.1. Divisor de tensión (JP1 + R1-R4)

Está formado por 4 resistencias de 10k, 3k9, 3k9 y 8k2, véase *divisor de tensión* de la figura 22 o R1-R4 de la figura 21, en el esquemático. Para el cálculo se utilizan los valores de 190Vcc, 110Vcc, 80Vcc y 48Vcc, que es la tensión eficaz siendo la de pico la misma multiplicada por 1,41.

Se considera que la caída de tensión en los zener es de 16V según especificaciones técnicas del fabricante.

**Para 190Vcc tenemos**

$$R = 10 + 3.9 + 3.9 + 8.2 = 26k$$

$$I = V/R = (190-16) / 26k = 6.69mA$$

$$P_{10} = V \times I = 10k \times 6.69mA \times 6.69mA = 0.447W$$

$$P_{3.9} = V \times I = 3.9k \times 6.69mA \times 6.69mA = 0.174W$$

$$P_{8.2} = V \times I = 8.2k \times 6.69mA \times 6.69mA = 0.367W$$

Por comodidad se ponen todas las resistencias de 1W.

**Para 110Vcc tenemos**

$$R = 3.9 + 3.9 + 8.2 = 16k$$

$$I = V/R = (110 - 16) / 16k = 5.87mA$$

$$P_{3.9} = V \times I = 3.9k \times 5.87mA \times 5.87mA = 0.134W.$$

$$P_{8.2} = V \times I = 8.2k \times 5.87mA \times 5.87mA = 0.282W$$

Por comodidad se ponen todas las resistencias de 1W.

**Para 80Vcc tenemos**

$$R = 3.9 + 8.2 = 12.1k$$

$$I = V/R = (80 - 16) / 12.1k = 5.28mA$$

$$P_{3.9} = V \times I = 3.9k \times 5.28mA \times 5.28mA = 0.108W.$$

$$P_{8.2} = V \times I = 8.2k \times 5.28mA \times 5.28mA = 0.228W$$





**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

Por comodidad se ponen todas las resistencias de 1W.

Para 48/60Vcc se toma del mismo punto, pero se calculará por separado.

**Para 60Vcc tenemos**

$$R = 8k\Omega$$

$$I = V/R = (60-16)/8k\Omega = 5,36mA$$

$$P_{8.2} = V \times I = 8,2k \times 5,36mA \times 5,36mA = 0,235W$$

**Para 48Vcc tenemos**

$$R = 8k\Omega$$

$$I = V/R = (48 - 16) / 8k\Omega = 3.90mA$$

$$P_{8.2} = V \times I = 8.2k \times 3.90mA \times 3.90mA = 0,124W$$

Por comodidad se ponen todas las resistencias de 1W ya que en caso de calentamiento de las mismas aguantarían más que las de 1/2W y son más utilizadas dentro de otros elementos de la maniobra

**3.3.3.2. Diodo (D2)**

La misión de este diodo es evitar que el condensador se descargue cuando la tensión de alimentación sea inferior a la del condensador, véase figura 21. Se utiliza un 1N4007 que es un diodo común con características de potencia óptimas y que se utiliza dentro de la maniobra ELE01® de manera común, por lo que resulta interesante su implementación dentro del sistema RTF en lugar de otras posibles soluciones similares, véase figura 22 referenciado como 1N4007.

**3.3.3.3. Diodos zener (D3, D4)**

Regulan la tensión obtenida al final de la resistencia. Son diodos de 4,7 V y 11 V, véase figura 21. La suma de ambos nos da la tensión de 15,7 V para la alimentación del driver del IGBT y la de 4,7 V, la tensión de funcionamiento del microcontrolador, muy próximo a los diodos dentro de la placa implementada, véase figura 22. La intensidad máxima anteriormente calculada es de 6,69mA.





**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

La potencia disipada en el zener de 11 V es de:

$$P_{11} = V \times I = 11 \times 6.69 = 0,073W$$

Y en el zener de 4.7 V es de:

$$P_{4.7} = V \times I = 4.7 \times 6.69 = 0.031W$$

La potencia de los diodos será de 1/4W.

#### 3.3.3.4. Filtro con condensador (C1)

En pruebas realizadas sobre prototipo, se ha comprobado que, aunque no es necesario a niveles de filtrado de seál como paso bajo, sí es cierto que se producía un sobre calentamiento en el IGBT de la etapa de potencia que aumentaba las pérdidas en conmutación lo que, entre otras cosas podría afectar a la vida útil del componente y por lo tanto a la fiabilidad del conjunto.

Se sabe que la causa de las oscilaciones es debida a la fuerte carga inductiva de la bobina del freno, hecho imposible de variar.

Este tipo de condensador es de uso común dentro de los componentes utilizados para la maniobra completa y no supone un gran coste, su implementación se piensa es necesaria, véase figura 22.

#### 3.3.3.5. Análisis de funcionamiento

Dado que la tensión es continua, no se puede realizar un circuito de alimentación con condensadores, por tanto se ha optado por una serie de resistencias con el fin de poder seleccionar varios rangos de tensión y proporcionar una intensidad limitada para los zener, véase figura 21. Este sistema ha sido posible por el bajo consumo del microcontrolador utilizado. Para seleccionar la tensión de una forma fácil para el usuario, planteando la utilización de un jumper, como sistema de conexionado universal.

La alimentación parte de una tensión continua y con un rango de 48 a 190Vcc que requiere un divisor de tensión, ajustable mediante jumper a las distintas tensiones de funcionamiento. Esta solución es posible gracias al microcontrolador elegido (etapa de control), véase apartado 3.3





**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECÁNICOS**

El control del sistema RTF, tiene un bajo consumo, margen de funcionamiento entre 3.3Vcc y 5Vcc, y que la tensión de alimentación no va a ser constante ya que puede fluctuar. De igual modo, es la opción más sencilla y robusta que se plantea como solución.

El divisor de tensión constará de 4 resistencias que pueden ser puenteadas mediante un jumper, permitiendo seleccionar los valores de 190Vcc, 110Vcc, 80Vcc y 48Vcc. Tras el divisor se encuentra un diodo para evitar que la descarga de los condensadores posteriores, que se encuentran en la etapa de control y potencia, se produzca en los momentos que la tensión de alimentación pase por cero.

La primera tensión que se obtiene es la 15-18Vcc para alimentar el driver del IGBT, véase el apartado 3.4 La etapa de potencia del sistema RTF, que se obtiene de dos diodos zener en serie y está filtrada por un condensador. Del segundo diodo se obtiene la tensión de 5Vcc que alimenta el microcontrolador, véase el apartado 3.

Se puede plantear el uso de una alimentación a 3Vcc, ya que el microcontrolador utilizado lo admite y además se reduciría el consumo, pero se cree necesario dejar unos márgenes de tolerancia mínimos entre la tensión aportada y los mínimos exigibles para el correcto funcionamiento del micro, el cual es importante cumpla por eliminar posibles problemas asociados a la falta de alimentación eléctrica puntual.



## SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSION EN LA BOBINA DEL FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES ELECTROMECAÑICOS

### 3.4. EL CONTROL DEL SISTEMA RTF

#### 3.4.1. Esquema eléctrico del bloque de control

La segunda etapa clave, y que engloba gran parte del sistema RTF, es la etapa de control. La gestión microprocesada de la señal para poder atenuar la salida, así como controlar el IGBT y poder realizar los cortes de suministro en caso de interrupción.

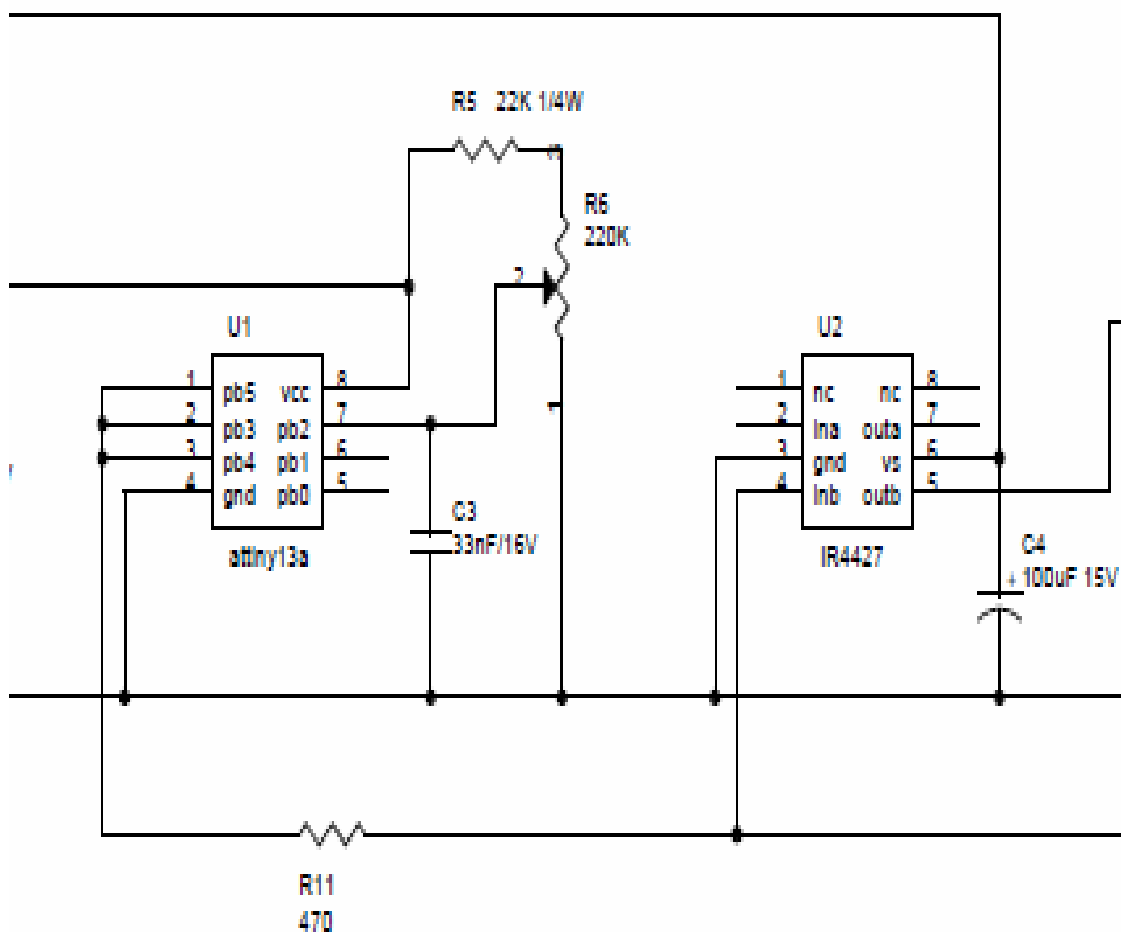


Figura 23  
Etapa de control, esquema eléctrico

**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECÁNICOS****3.4.2. Datos de partida**

El control está realizado por un microcontrolador *Atmel®* del tipo *Attiny®*, véase figura. Se ha utilizado este modelo por tener integrado el oscilador y disponer de *timer* y conversor A/D interno, en un encapsulado de 8 patillas de las cuales 6 quedan libres para E/S, todo ello con un bajo coste y consumo.

Al  $\mu C$  (Microcontrolador) le llega la tensión derivada de un potenciómetro. Esta tensión es la de sostenimiento de la bobina de freno, es decir: la tensión con la que seguirá la bobina excitada una vez se pase de la tensión de arranque a la nominal (hecho por el cual se reduce el consumo eléctrico).

Asociado al  $\mu C$  se encuentra una resistencia que es la encargada de detectar los pulsos de la alimentación del freno (Pulsos de media onda a 100Hz a la tensión nominal del freno), con el fin de detectar fallos de tensión.

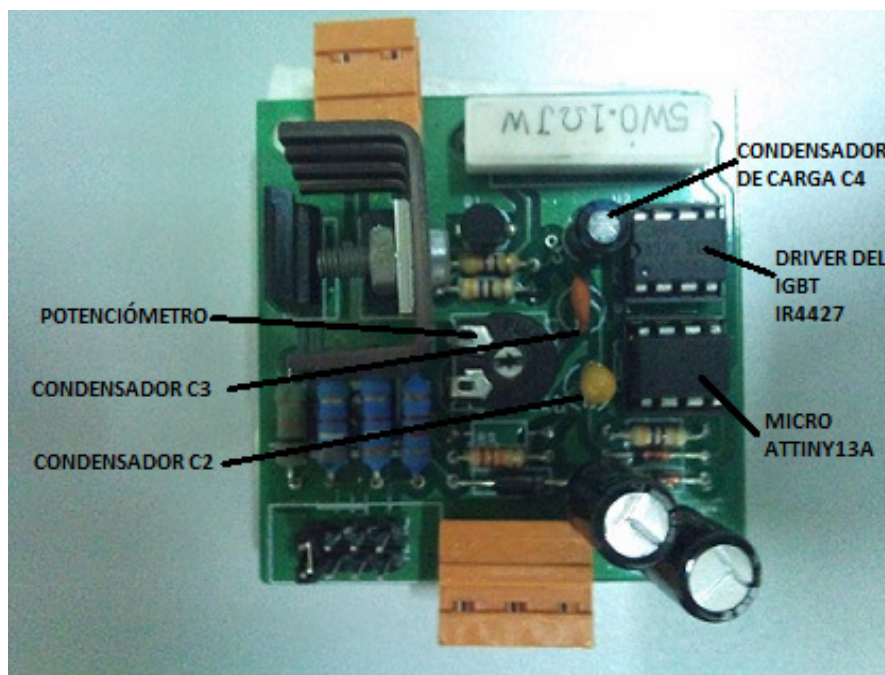


Figura 24  
Elementos componentes principales de la etapa de control del RTF



**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS****3.4.3. Parámetros del sistema RTF en la etapa de control****3.4.3.1. Microcontrolador**

El microcontrolador Attiny13A®, es la opción elegida para poder realizar el control del sistema RTF. El elegido es el microcontrolador de 8 pines (6 pines + VCC + GND) por tener suficientes salidas para nuestros requerimientos y sus dimensiones ser contenidas, también es importante hacer mención al hecho de que Industrial de elevación, S.A. trabaja con Atmel® en otros componentes y, a igualdad de características, los precios son más interesantes desde proveedor.

Los pines son los que se detallan a continuación, véase figura 25; donde cabe resaltar los pines que tienen conexión en nuestro sistema RTF.

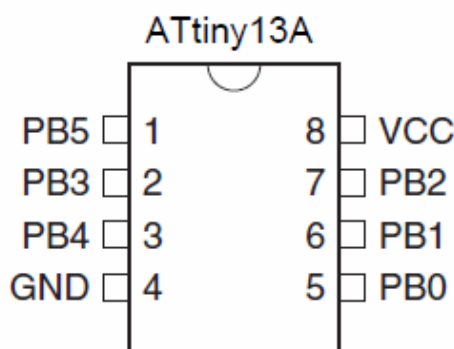


Figura 25  
Esquemático de pines out del Attiny13A®

**PIN1:** Asociado al RESET (bajo pulso). Así conseguimos resetear el micro cuando le llega señal de entrada

**PIN2:** Asociado al CLOCK (reloj).

**PIN3:** ADC. Comparador analógico

Estos tres primeros pines se encuentran unidos a la resistencia de realimentación R11, mediante la cual se detectarán los fallos en la etapa de potencia derivados de la falta de tensión  $V_{CE}$  en el transistor bipolar Q1, como se podrá observar

**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES ELECTROMECÁNICOS**

posteriormente en las figuras 27, por falta de alimentación en el IGBT Z1, véase la figura 27 del esquemático y la figura 28 de la placa implementada

**PIN4:** GND. Rutado a la masa de la placa

**PIN5:** No conectado

**PIN6:** No conectado

**PIN7:** Tensión del potenciómetro, Valor de sostenimiento de la bobina en la etapa *Reducción de Tensión*, véase apartado 3.1 Funcionamiento general deseado y diagrama de bloques del sistema RTF –fase 3.

**PIN8:** VCC. Alimentación del microcontrolador *Attiny13A*. La resistencia variable R6 de 220k nos definirá la tensión de entrada respecto del valor fijado por el diodo zener D4 (4,7v)

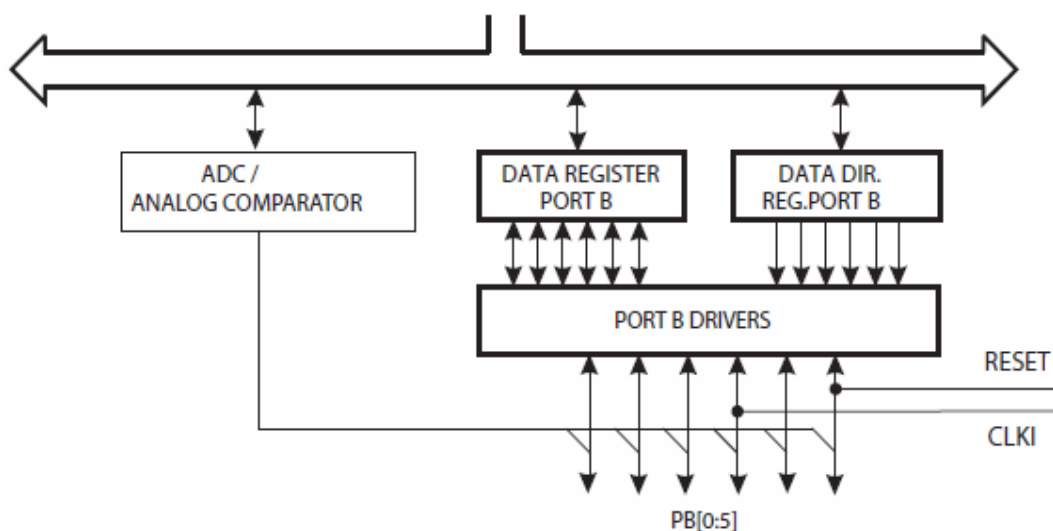


Figura 26

Esquemático interno de operación de los puertos de entrada

En definitiva, se utilizará este modelo por tener integrado un oscilador y disponer de TIMER y convertidor A/D, además de tener un bajo consumo y coste.



**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSION EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÑICOS**

El margen de tensión de funcionamiento está entre 3.3Vcc y 5Vcc, con un muy bajo consumo, lo cual lo hace idóneo para esta aplicación, con una tensión de alimentación variable y con una potencia muy ajustada

#### 3.4.3.2. Software

Se ha optado por un software muy sencillo, sin la utilización de TIMER/COUNTER para la generación de la salida PWM, principalmente por sencillez y para disminución de consumo del microcontrolador. Este tiene desconectados por programación todas las unidades internas no utilizadas para disminuir el consumo, como el TIMER, comparador analógico, fuente de referencia de tensión, watch-dog. La idea de implementar dicho micro es por su bajo coste y su utilización actual en las placas de gestión completa de la maniobra, lo que nos reduce aún más su coste inicial.

#### 3.4.3.3. Condensador de carga

Se opta por un condensador de 100uF/15V, véase figura 23 marcado como C4 y figura 24, en la parte superior derecha. La idea es tener un condensador con una capacidad lo suficientemente grande como para que el valor de rizado de la señal sobre el driver IR4427 sea pequeño y, a la vez lo menor posible para conseguir no tener retardo respecto la señal de conexionado de la bobina del freno (dichos retardos provocarían un funcionamiento incorrecto en la gestión y control de la maniobra del ascensor). Esta capacidad es lo suficientemente grande para que el rizado sea pequeño, y lo suficientemente pequeña para que alcance la tensión lo antes posible sin que introduzca ningún retardo apreciable en la conexión del freno. Medido en el prototipo mediante un osciloscopio, el tiempo necesario para cargar el condensador C4 (de 0 a 15 v) es de 300 msg aproximadamente: realizadas estas pruebas con una bobina de freno de 190 Vcc y en banco de pruebas, es decir: no en una instalación existente (laboratorio Inelsa Zaragoza) y, no se ha apreciado rizado alguno.

Nótese que la corriente de carga del condensador está limitada por la resistencia que nos imponga el divisor de tensión (punto 2 en conexión del esquemático de alimentación, figura 21, de la etapa de alimentación, véase apartado 3.2 La alimentación del sistema RTF), requiriendo cierto tiempo para que la tensión en el condensador alcance el nivel de funcionamiento del equipo.



### 3.5. LA ETAPA DE POTENCIA DEL SISTEMA RTF

#### 3.5.1. Esquema eléctrico de la etapa de potencia

La tercera y última etapa en la que subdividimos el circuito RTF se presenta como la etapa de potencia. En ella destacan, como se puede ver, principalmente dos componentes: El bipolar y el IGBT, véase la figura 27. Estos trabajan como comparadores de señal, de tal manera que se consigue la salida deseada y el corte en caso de falta de suministro, de igual modo.

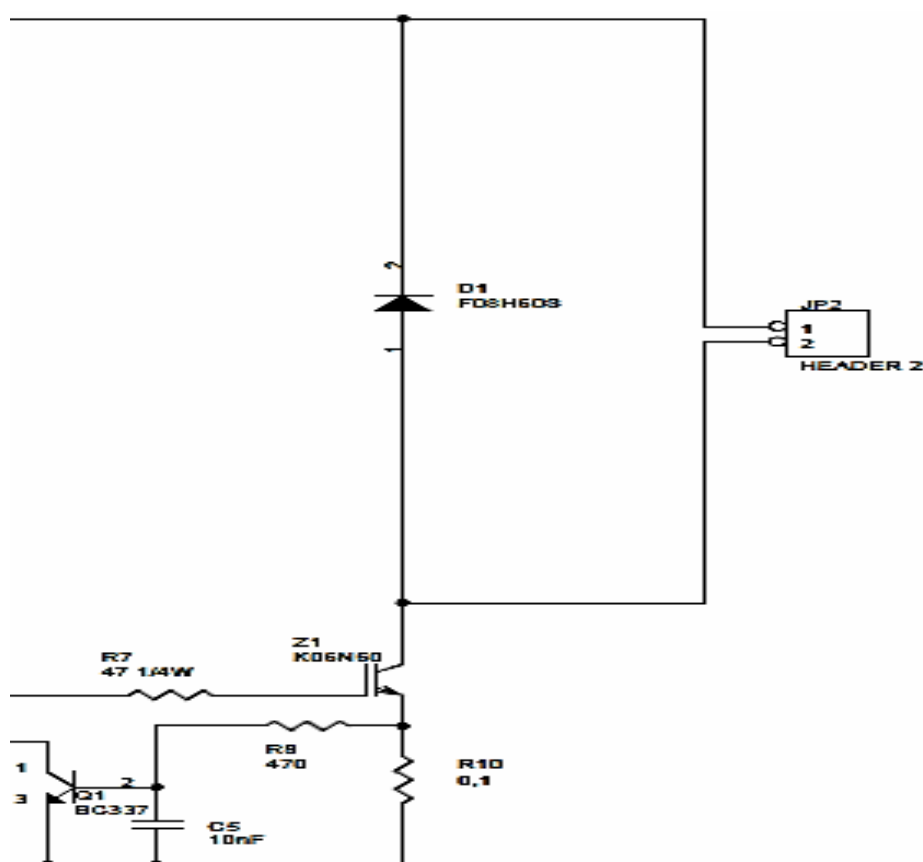


Figura 27  
Etapa de potencia, esquema eléctrico

**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES ELECTROMECAÑICOS****3.5.2. Datos de partida**

Constituida por un IGBT (Z1), su *driver* correspondiente IR4427 (U2) y un sistema de protección contra sobre intensidades formado principalmente por un transistor bipolar (Q1) y una resistencia de disipación de potencia (R10), véase para todo ello la figura 27 a nivel esquemático y la 28 desde la placa implementada, se encuentra nuestra etapa de potencia.

Se han omitido sistemas de control de consumo o cortocircuito con el fin de reducir los costes directos de fabricación, a nuestro modo de ver innecesarios ya que, la propia bobina de excitación del sistema de frenado posee sistemas internos de protección suficientes como para garantizar su aislamiento frente a este tipo de situaciones, entre ellos destaca la sonda térmica que corta el suministro de alimentación en caso de aumento de la temperatura entre los bobinados de alta y baja velocidad o el relé de corte por sobre tensión de la misma.

La frecuencia de conmutación se determinará de forma que esta sea lo más inaudible posible e igualmente que sea lo suficientemente baja para no penalizar el consumo del circuito (a mayor frecuencia, mayor consumo).

Se cree que puede ser necesaria la inclusión en el prototipo de ferritas para la eliminación de interferencias, ya que en ella quedan eliminadas prácticamente las *Corrientes de Foucault* (Que se producen cuando un conductor atraviesa un campo magnético variable o viceversa), véase la figura 28. Estos dispositivos se conectarían sobre el cable de unión del sistema RTF y la bobina del freno. Su coste es elevado respecto del total de la placa por lo que se tomará la determinación de su inclusión sólo en el caso de que nos lo indiquen para la obtención del marcado CE.



Figura 28

Ferrita para interposición en cable de alimentación a la bobina del freno

**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

Tambi3n se plantea no utilizar envoltente para el circuito (reducci3n de coste) en el caso que se integre dentro del cuadro de maniobra, lo que puede complicar los niveles de emisi3n radiada, dejando el circuito con su caja como una opci3n, ver figura 36 m3s adelante.

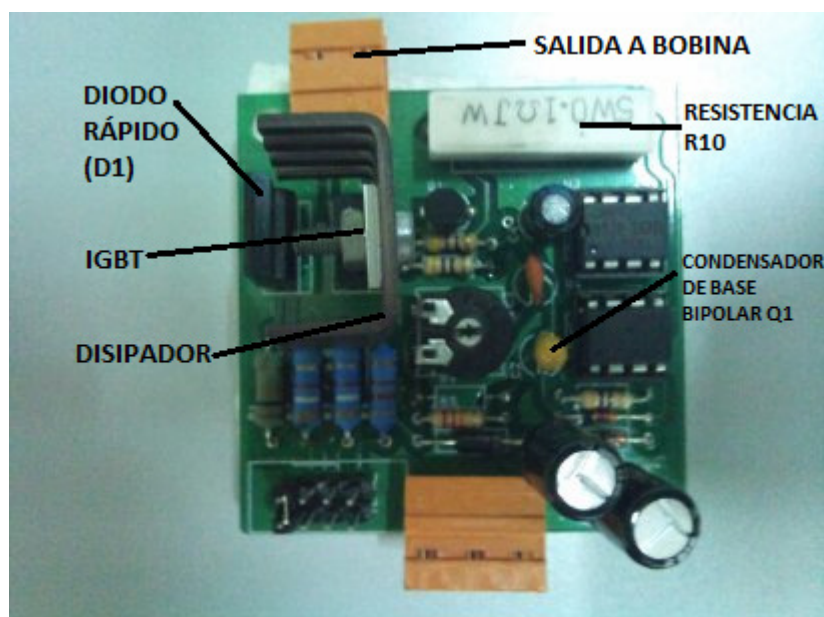


Figura 28b  
Elementos componentes principales de la etapa de potencia del RTF

### 3.5.3. Par3metros del sistema RTF en la etapa de potencia

#### 3.5.3.1. Ajuste tensi3n de salida

El ajuste se realiza mediante un potenc3metro asociado a un divisor de tensi3n y conectado a una entrada A/D del microcontrolador, v3ase figura 24.

Como se plantea que la tensi3n de alimentaci3n sea variable, para mejorar el ajuste de la tensi3n de salida se ha optado como referencia para comparar la entrada del convertidor de tensi3n la tensi3n de alimentaci3n, de tal forma que variaciones en la tensi3n de alimentaci3n quedan compensadas por la variaci3n en la alimentaci3n del



**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

potenci3metro. Tambi3n para eliminar errores se ha utilizado una frecuencia de conversi3n de 150 kHz.

Para simplificar la programaci3n, y evitar as3 recurrir a software para crear valores de tensi3n m3nimos y m3ximos y con ello realizar un control electr3nico sobre la tensi3n variable del potenci3metro, se ha optado por incluir una resistencia que nos limite el tope m3nimo de reducci3n respecto del valor del potenci3metro. Seg3n podemos ver en la hoja de caracter3sticas del Attiny13 de ATMEL®, los m3rgenes de funcionamiento del micro son de entradas de tensi3n DC entre 4,5v–5,5v, lo que nos indica que con valores de alimentaci3n inferiores a 4,5v no se nos asegura el correcto funcionamiento del convertidor A/D (PIN 7, v3ase figura 25), fundamento de la etapa de control que gobierna sobre el IGBT mediante la generaci3n de la frecuencia de PWM necesaria.

El dimensionado de R5 se basa en un divisor de tensi3n suponiendo la posici3n de la patilla variable (2) del potenci3metro en su posici3n superior (3) lo que nos dar3a, evidentemente el valor de tensi3n de entrada en el micro (pb2) m3s desfavorable, v3ase figura 29.

Los c3lculos para optar por el valor de R5 son los siguientes:

$$V_{in} = 4.7v$$

$$R_5 = ?$$

$$R_6 = 220k\Omega$$

$$V_{pb2} = V_{out} \text{ (4,2v es un valor m3nimo que asegura el fabricante en la hoja de caracter3sticas del micro Attiny13A)}$$

$$V_{out} = [R_6 / (R_6 + R_5)] \times V_{in}$$

$$\text{De este modo diremos que } 4,2v = [220k\Omega / (220k\Omega + R_5)] \times 4,7v$$

$$\text{Siendo } R_5 = 26,19 k\Omega$$

Pudiendo redondear a un valor comercial pr3ximo como es **R5 = 22kΩ**, el cual es muy utilizado en otros sistemas de la maniobra ELE01®





**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES ELECTROMECAÑICOS**

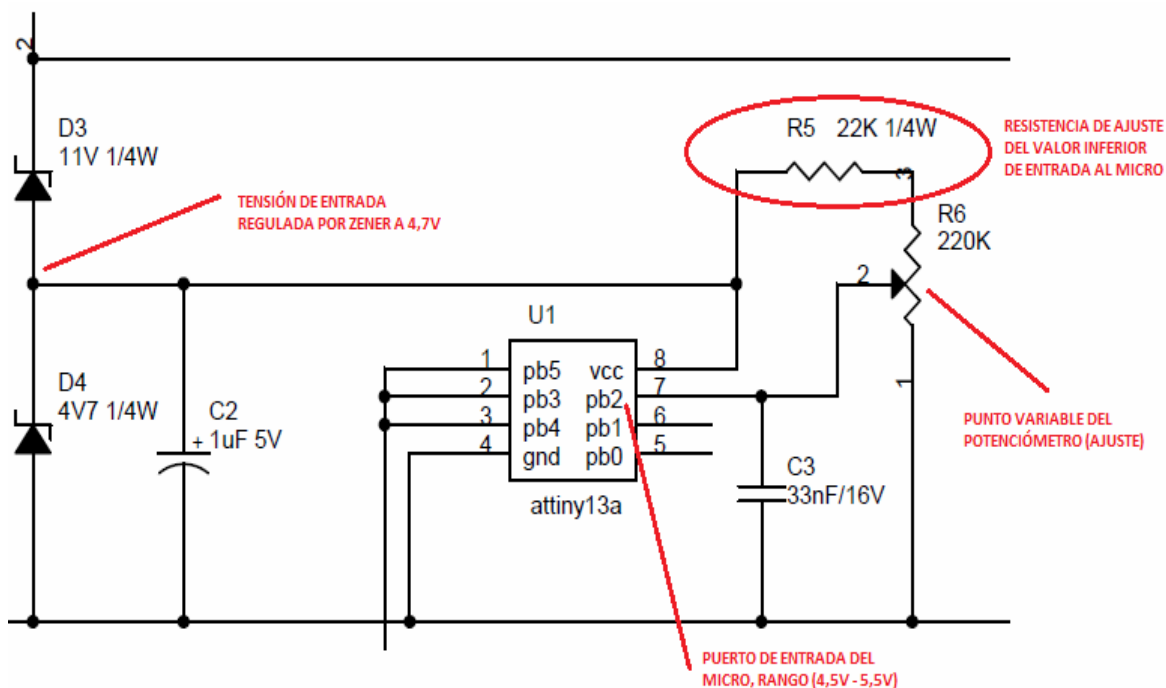


Figura 29  
Detalle etapa de control, obtención de R5 (resistencia de margen inferior)

Se ha optado por una frecuencia de conmutación de 17kHz dado que esta frecuencia es casi inaudible y, a su vez, frecuencias mayores aumentan las pérdidas por conmutación.

La tensión de salida es ajustable entre el 45% y el 95% de la tensión nominal aproximadamente. No se ha dado la opción de 100% y 0% ya que para el 100% no sería necesario este circuito y por debajo del 45% no se garantiza que el freno pueda permanecer accionado. No obstante estos valores pueden ser modificados por software.

### 3.5.3.2. [IGBT/control del IGBT](#)

El IGBT seleccionado es un modelo de 600V y 6A. En caso de ser necesario se podría montar un elemento de 10A, pero se ha considerado que para las tensiones normales de freno, dicha intensidad es suficiente.



**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

Se opta por realizar el control en PWM dado que al ser la carga muy inductiva el control mediante triac podría ser bastante complicado debido al desfase entre la tensión y la intensidad por la carga inductiva.

Para controlar el IGBT se utiliza un driver, específico para esta función, alimentado entre 15 y 18V, concretamente el IR4427 del cual se utiliza la parte inferior. Para más información ver las hojas de datos del fabricante que incluimos, Anexos.

El valor de la resistencia de puerta se ha obtenido de la hoja de datos del fabricante. Se añade un diodo rápido en paralelo con la bobina de freno, para el retorno de la corriente durante los periodos en que el IGBT se encuentra en corte.

Para evitar posibles futuros problemas derivados de una exposición constante a temperaturas de funcionamiento altas para el IGBT, se le coloca un disipador de temperatura aunque, comprobando la hoja de características del componente, véase figura 30, se comprueba que no llegamos a temperaturas del orden de 100°C- 150°C. Aun así se procede a su montaje.

#### **3.5.3.3. Protección contra sobre intensidades**

Para la protección contra intensidades se opta por un circuito sencillo. Se podría haber realizado con el microcontrolador, pero se ha preferido la seguridad de un elemento externo al micro, en caso de fallo de este.

El circuito consta de un transistor y una resistencia para la medida de la intensidad. En el momento que la caída de tensión en la resistencia supera los 0,7V de  $V_{BE}$  del transistor, éste entra en conducción y lleva a masa la entrada del driver del IGBT, véase figura 31, pasando éste a corte independientemente de las órdenes del microcontrolador. El corte se produce sobre los 7A, para ello realizamos una fácil operación de cálculo más abajo.

Se ha añadido una resistencia a la base del transistor con un valor lo suficientemente elevado respecto de R10 como para que la corriente fluya por R10 en su mayor medida y así funcione correctamente el bipolar Q1.



SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES ELECTROMECÁNICOS

- NPT-Technology for 600V applications offers:
  - very tight parameter distribution
  - high ruggedness, temperature stable behaviour
  - parallel switching capability

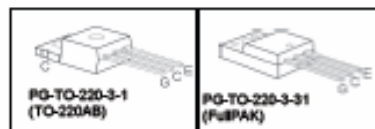
- Very soft, fast recovery anti-parallel EmCon diode

- Isolated TO-220, 2.5kV, 60s

- Pb-free lead plating; RoHS compliant

- Qualified according to JEDEC<sup>1</sup> for target applications

- Complete product spectrum and PSpice Models : <http://www.infineon.com/igbt/>



Type	$V_{CE}$	$I_C$	$V_{CE(sat)}$	$T_J$	Marking	Package
SKP06N60	600V	6A	2.3V	150°C	K06N60	PG-TO-220-3-1
SKA06N60	600V	5A	2.3V	150°C	K06N60	PG-TO-220-3-31

Maximum Ratings

Parameter	Symbol	Value		Unit
		SKP06N60	SKA06N60	
Collector-emitter voltage	$V_{CE}$	600	600	V
DC collector current	$I_C$			A
$T_C = 25^\circ\text{C}$		12	9	
$T_C = 100^\circ\text{C}$		6.9	5.0	
Pulsed collector current, $t_p$ limited by $T_{Jmax}$	$I_{Cpuls}$	24	24	
Turn off safe operating area $V_{CE} \leq 600\text{V}$ , $T_J \leq 150^\circ\text{C}$	-	24	24	
Diode forward current	$I_F$			
$T_C = 25^\circ\text{C}$		12	12	
$T_C = 100^\circ\text{C}$		6	6	
Diode pulsed current, $t_p$ limited by $T_{Jmax}$	$I_{Fpuls}$	24	24	
Gate-emitter voltage	$V_{GE}$	$\pm 20$	$\pm 20$	V
Short circuit withstand time <sup>2</sup>	$t_{SC}$			$\mu\text{s}$
$V_{GE} = 15\text{V}$ , $V_{CE} \leq 600\text{V}$ , $T_J \leq 150^\circ\text{C}$		10	10	
Power dissipation	$P_{tot}$			W
$T_C = 25^\circ\text{C}$		68	32	
Mounting Torque, Screw: M2.5 (Fullpak), M3 (TO220) <sup>3</sup>	$M$	0.6	0.5	Nm
Operating junction and storage temperature	$T_J, T_{stg}$	-55...+150	-55...+150	°C
Soldering temperature	$T_s$	260	260	°C
wavesoldering, 1.6 mm (0.063 in.) from case for 10s				

Figura 30

Detalle de la hoja de características del IGBT K06N60 y el rango de temperaturas de funcionamiento "operación de salida y temperatura de almacenamiento"

**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES ELECTROMECÁNICOS**

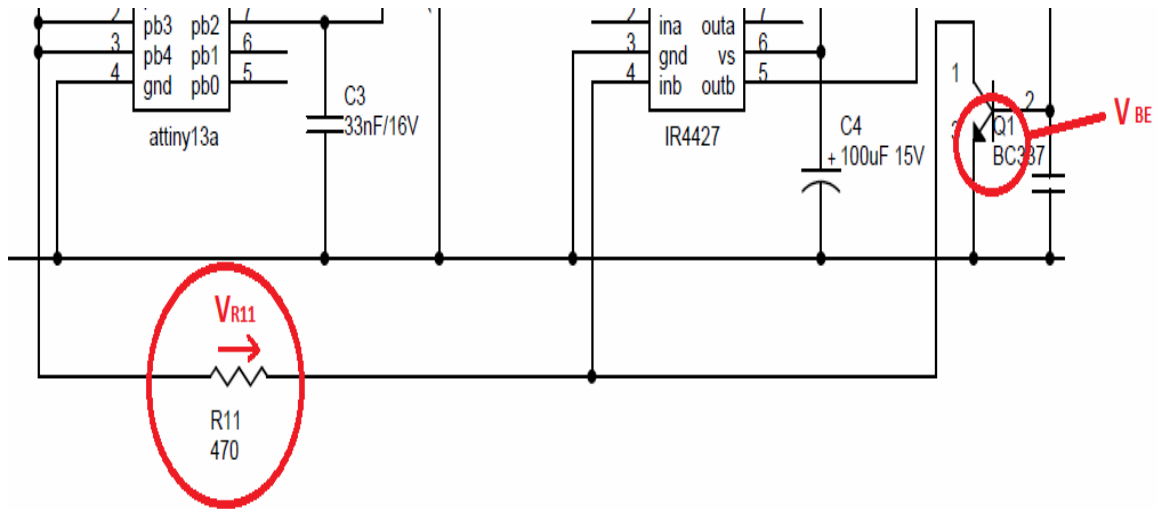


Figura 31

Detalle del sistema de seguridad mediante transistor en corte directo a masa

Así mismo se colocará un condensador (C5) para filtrar la señal y eliminar picos de conmutación.

Como se acaba de comentar, la intensidad máxima que pasa por la resistencia de carga, de  $0,1\Omega$ , se puede calcular:

$$I = V/R = 0,7/0,1 = 7A.$$

Y la potencia disipada:

$$P = V \times I; P = 0,7v \times 7A \rightarrow P = 1,4W$$

La resistencia se tomará de 5W, principalmente por seguridad y por ser un componente comercial más fácil de encontrar y con mayor capacidad de disipación y volumen de potencia.

## SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES ELECTROMECAÓNICOS

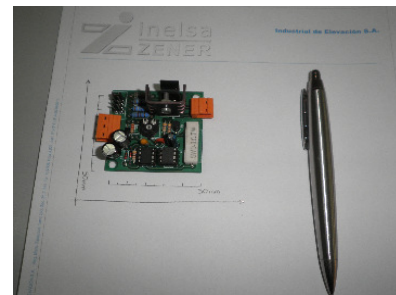
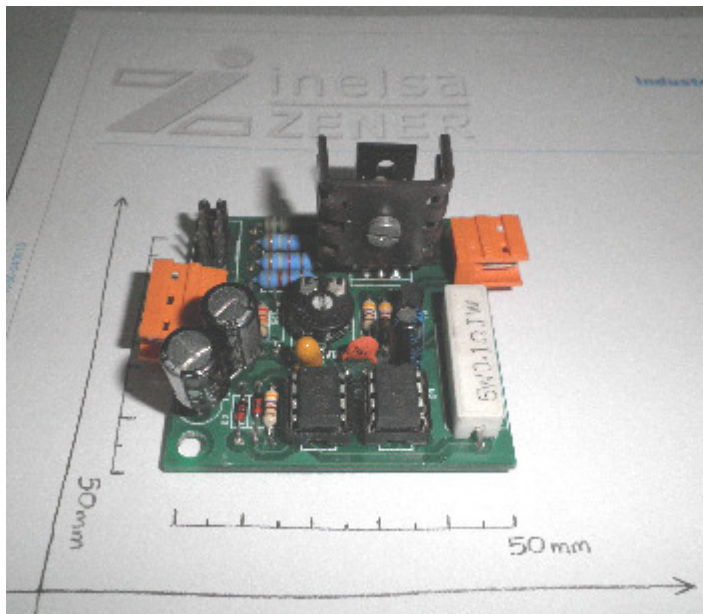
### 4. IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO DEL SISTEMA RTF

Como ya se comentó, la idea final del proyecto es el comercializar el producto. Para ello es primordial el contar con un diseño de placa lo más interesante posible desde un punto de vista funcional y de costes.

Tras la realización de un esquemático y el trabajo sobre él para la elección de un tipo u otro de componentes, se pasó al desarrollo de un prototipo que aunase dos criterios principales:

- Un desarrollo tecnológico lo más robusto posible, lo que deriva en la idea de unos rutados sobre diseño del menor número de capas para evitar complejidad en las posibles futuras labores de ensamblado y mantenimiento
- Y unas dimensiones lo más reducidas posible, con unas distancias entre pistas óptimas, conjuntamente con la utilización de conectores genéricos dentro de la maniobra completa del ascensor.

#### 4.1. DESARROLLO DEL LAYOUT DEL SISTEMA RTF, OBTENCIÓN DEL PROTOTIPO FINAL



Detalle figura 32

Figura 32

Dimensionado del prototipo RTF, detalle comparativo de tamaño



**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

Como se puede comprobar en la figura 32, el prototipo tiene unas dimensiones de 50 mm x 50 mm donde, los componentes que destacan por tamaño son: el conjunto formado por el IGBT + disipador de aletas, los conectores naranjas de entrada (a la izquierda de la figura) y salida (a la derecha de la figura), la resistencia de disipación de 5W de la etapa de potencia, véase apartado 3.5.3.3 *Protección contra sobre intensidades* y el condensador (2 condensadores) de la entrada del circuito (C1). El rutado se ha realizado en dos niveles: inferior y superior, quedando todas las pistas accesibles para tener una mayor capacidad visual de observar posibles problemas y así tener un mantenimiento de la misma mucho más eficiente.

Como ya se ha comentado, al rutar en dos planos (nivel superior e inferior, los problemas de rutado fueron mínimos, siendo prácticamente un rutado automático en OrCAD® con la salvedad de colocar los componentes más o menos en posiciones deseadas para su uso más lógico; encontrando así tener que fijar previamente la posición de los conectores de entrada y salida. Pero, en general, si se observa la figura 32 y la figura 20, que es la del esquemático completo, podemos observar como la gran mayoría de componentes se encuentran en su posición inicial planteada en la teoría del esquemático, eso nos dará idea de la mínima complejidad del rutado. El tamaño de 50 mm y la forma cuadrada se buscó para poder conseguir colocar los pernos plásticos de sujeción dentro del cuadro de maniobra (se pueden observar en la parte inferior izquierda de la figura 32).



## SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES ELECTROMECAÑICOS

El Layout que se consiguió fue el siguiente:

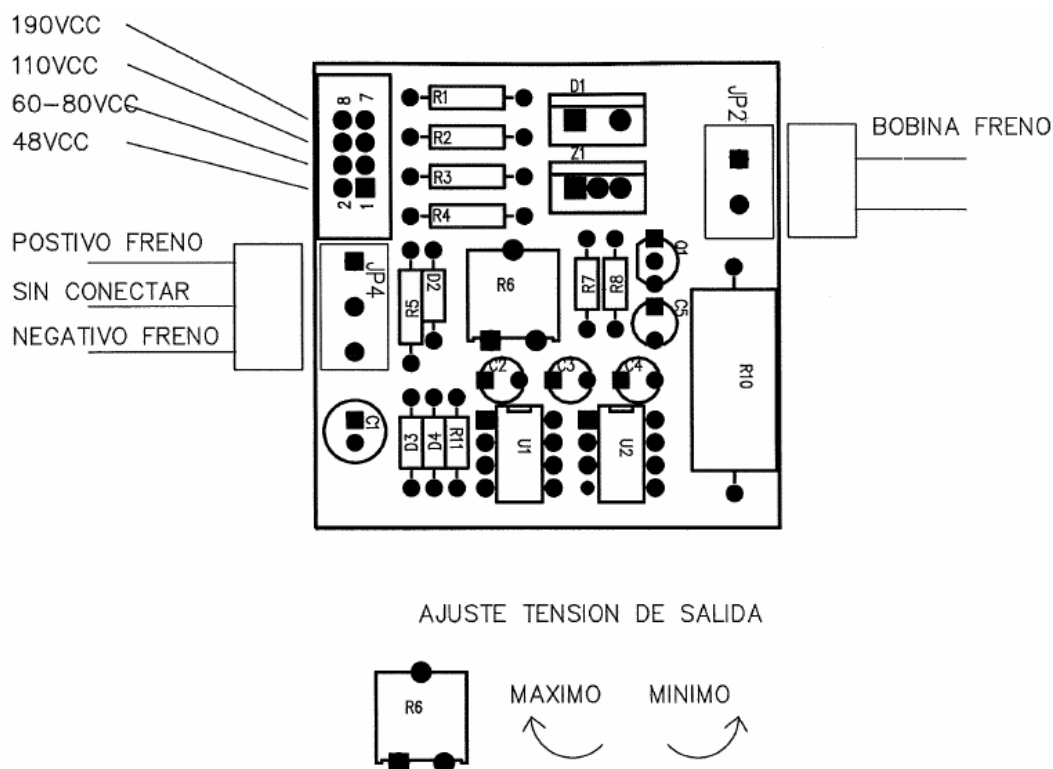


Figura 33

Layout del prototipo RTF, detalle de la regulación de la tensión de salida sobre R6 (potenciómetro) y del conexionado del jumper para las diferentes entradas

### 4.2. PRUEBAS DE VALIDACIÓN DEL SISTEMA RTF

Una vez realizados los estudios técnicos para el dimensionado de los elementos del sistema RTF y la posterior implementación del circuito mediante un prototipo como el que hemos mostrado anteriormente, se deciden realizar pruebas finales de validación del producto.

Dividimos dichas pruebas en dos partes: por un lado las pruebas de compatibilidad electromagnética desarrolladas por el ITA (Instituto Tecnológico de Aragón) y que se resumen a continuación.





**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

Por otro lado las propias pruebas in situ del prototipo en una instalación existente. Entre ambas pruebas se tomarán decisiones para ver cómo mejorar el comportamiento del RTF en un caso real y así valorar mejor el producto final.

#### **4.2.1. Pruebas de compatibilidad electromagnética del sistema RTF**

A la hora de comercializar un producto y sobre todo de adaptar un sistema eléctrico y electrónico como una maniobra de ascensor para la incorporación de un nuevo elemento con carga electromagnética efectiva, se deben realizar unas pruebas de ensayo ante diferentes modos de desarrollarse las perturbaciones y/o interferencias que este puede generar o le pueden ser generadas desde el entorno inmediato.

Se dice que un equipo es electro magnéticamente compatible cuando funciona en un ambiente electromagnético de forma satisfactoria y sin producir interferencias o perturbaciones electromagnéticas que afecten la operación normal de cualquier aparato o dispositivo que se encuentra en ese ambiente, y viceversa.

Según la normativa internacional recogida en el Informe Técnico de la Comisión Electrotécnica Internacional 61000-1-1, podemos decir que se define a la compatibilidad electromagnética como *la capacidad de cualquier aparato, equipo o sistema para funcionar de forma satisfactoria en su entorno electromagnético sin provocar perturbaciones electromagnéticas sobre cualquier elemento que se encuentre en ese entorno.*

Industrial de Elevación, S.A., por acuerdos de cooperación con el Instituto Tecnológico de Aragón (ITA) y también por la experiencia del propio ITA en desarrollos de sistemas de elevación como son los ascensores, opta por la realización de dichas pruebas en Aragón, en las instalaciones del ITA en el edificio de Calle María de Luna, 7-8 de Zaragoza. Estas pruebas suponen un punto de partida claro para la futura comercialización del sistema RTF, el cual se debe someter de manera exhaustiva a una serie de pruebas tales como la emisión radiada, la inmunidad conducida o la resistencia a las cargas electroestáticas, por ejemplo; siguiendo siempre con las normativas necesarias de cumplimiento en cada caso.



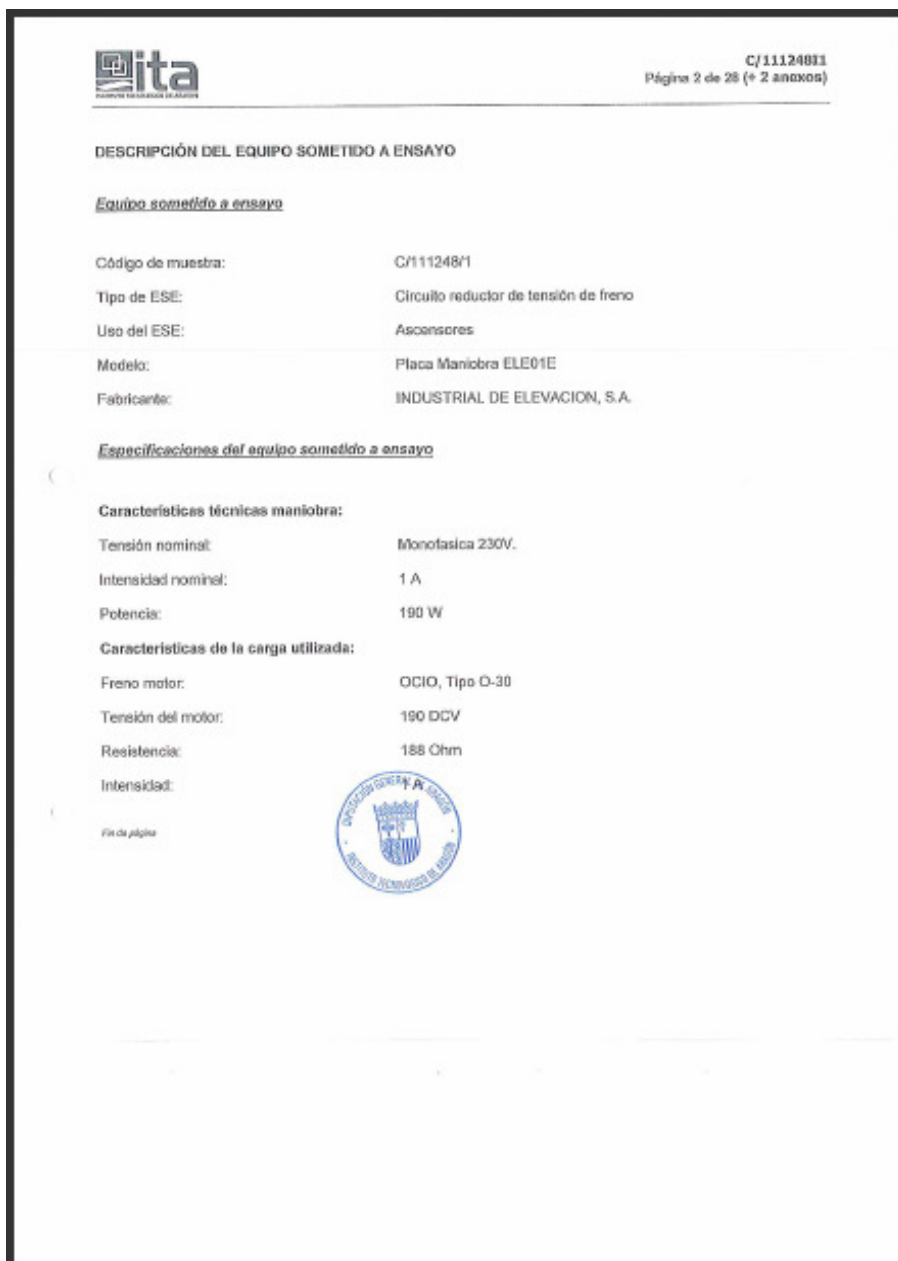


SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS

INFORME DE ENSAYO	
Test Report	
	Número: C/11124811
	Member
	Página 1 de 28 páginas (+ 2 anexos)
	Page 1 of 28 pages
<b>INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ARAGÓN</b> LABORATORIO DE ENSAYOS Y CALIBRACIONES C/ María de Luna, 7-B 50018 ZARAGOZA Tel.: 978 010001 - Fax: 978 011889 www.ita.es - e-mail: ita@ita.es	
	
TIPO DE ENSAYOS Sort of tests	COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA
SOLICITANTE Applicant	INDUSTRIAL DE ELEVACION, S.A. PG Ind. Cagullada. CL Juan de la Cierva, nº 31 50014 ZARAGOZA
IDENTIFICACION MUESTRA Sample Identification	Circuito reductor de tensión de freno
FECHA/S DE ENSAYO Date/s of test	16/05/11 a 17/05/11
FECHA DE RECEPCION Date of reception	16/05/11
OBSERVACIONES Observations	
Signatario/s autorizado/s Authorized signatory/s	Fecha de emisión Date of issue
Realizado: Cayetano Iglesias Técnico	Aprobado: Natalia Domínguez Técnico
<p>Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. Los resultados contenidos en el presente informe se refieren al momento, condiciones y muestras en que se realizaron las mediciones. This report may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing laboratory. The results of the present report refer to the moment, conditions and samples in which the measurements were taken.</p>	

Figura 34  
Página 1 del informe del ITA de ensayos, confirmación de solicitud de ensayos



**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

**ita** C/111248/1  
Página 2 de 28 (+ 2 anexos)

---

**DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO SOMETIDO A ENSAYO**

Equipo sometido a ensayo

Código de muestra:	C/111248/1
Tipo de ESE:	Circuito reductor de tensión de freno
Uso del ESE:	Ascensores
Modelo:	Placa Maniobra ELE01E
Fabricante:	INDUSTRIAL DE ELEVACION, S.A.

Especificaciones del equipo sometido a ensayo

**Características técnicas maniobra:**

Tensión nominal:	Monofásica 230V.
Intensidad nominal:	1 A
Potencia:	190 W

**Características de la carga utilizada:**

Freno motor:	OCIO, Tipo O-30
Tensión del motor:	190 DCV
Resistencia:	188 Ohm
Intensidad:	

Fin de página




Figura 35

Página 1 del informe del ITA de ensayos, descripción del equipo sometido a ensayo



**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

---

4.2.1.1. Resumen de ensayos realizados

Tal y como se plasma en el informe que el ITA entrega a fecha 20 de Mayo de 2011 a Industrial de Elevación, S.A. podemos resumir de la siguiente manera, se realizaron los siguientes ensayos de EMC Compatibilidad Electromagnética

- EMC EMISIÓN RADIADA, SEGÚN EN55011
- EMC TENSIÓN PERTURBADORA, SEGÚN EN55011
- EMC DESCARGAS ELECTROSTÁTICAS, SEGÚN EN61000-4-2
- EMC INMUNIDAD RADIADA, SEGÚN EN61000-4-3
- EMC INMUNIDAD RADIADA (1 A 2GHz)
- EMC TRANSITORIO RAPIDOS RAFAGAS, SEGÚN EN61000-4-4 (Alimentación)
- EMC TRANSITORIO RAPIDOS RAFAGAS, SEGÚN EN61000-4-4 (Señal)
- EMC INMUNIDAD CONDUCTIDA, SEGÚN EN61000-4-6 (Alimentación)
- EMC INMUNIDAD CONDUCTIDA, SEGÚN EN61000-4-6 (Señal)
- EMC ONDAS DE CHOQUE SURGE TRANS, SEGÚN EN61000-4-5 MONOFÁSICO
- EMC VARIACIONES E INTERRUPCIONES AC, SEGÚN EN61000-4-11

Dichos ensayos fueron realizados siguiendo los patrones de incertidumbre que dicta la norma en este aspecto y que consisten en un factor de cobertura de  $k = 2$ , para una distribución normal, por lo que la probabilidad de acierto respecto de los ensayos realizados queda solventada en torno al 95% de probabilidades: valor óptimo para la obtención de un marcado CE.

Se determinan las condiciones preliminares de que la placa está diseñada para funcionar única y exclusivamente bajo la conexión al equipo eléctrico completo del ascensor (maniobra electrónica de gestión del ascensor).

Para una simulación lo más fiel a la realidad, se pidió fabricar una caja elaborada según los mismos principios que la que guarda la maniobra electrónica de gestión del ascensor dentro del cuarto de máquinas pero, con dimensiones menores.



**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**



Figura 36

Equipo preparado por Industrial de Elevación, S.A. para someter a mediciones en el ITA

Dentro de ella se introdujo el sistema RTF, un transformador que nos daría la señal de entrada al RTF y que sería absolutamente igual al usado para las maniobras completas y un puente rectificador para simular la salida a la bobina del freno en tensión 190 Vcc (esta bobina era de dicha tensión).

La caja, tal y como se muestra en la figura presentaba un aspecto robusto y se componía, principalmente de una tapa con cierre hermético, y cancela, una tapadera practicable con tornillería, en su parte inferior, y dos salidas (especialmente diseñadas) para las señales que se necesitaban (entrada de alimentación al sistema y salida a la bobina del freno).

Los criterios de evaluación de los resultados de ensayo según las normas básicas son las siguientes:

*Criterio de prestación A:*

Funcionamiento normal en los límites especificados por el fabricante, el demandante del ensayo o el comprador.

*Criterio de prestación B:*



**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

---

Pérdida temporal de función o degradación temporal del funcionamiento que cesa después de la desaparición de la perturbación; el equipo sometido a ensayo vuelve entonces a su funcionamiento normal sin intervención del operador.

*Criterio de prestación C:*

Pérdida temporal de función o degradación temporal de funcionamiento que necesita la intervención del operador.

*Criterio de prestación D:*

Pérdida de función o degradación del funcionamiento no recuperable, debido a un daño del equipo o soporte lógico, o una pérdida de datos.

Ahora, a continuación pasamos a resumir cada uno de los ensayos que se realizaron en la placa por parte del ITA.



**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

**4.2.1.1.1. Ensayo 1.- Tensión perturbadora en bornes de alimentación**

Las prestaciones validadas para este ensayo han sido bajo criterio A, es decir: el equipo cumple en funcionamiento normal especificado por Industrial de Elevación, S.A. Las tensiones perturbadoras en los bornes de alimentación L y N, véase la figura 37, cumplen con las normas EN 55011:20077 y EN 55011/A2:2007, habiendo sido medidas con una incertidumbre de 3.34dB.

Los límites de emisión son conformes con la norma EN 12015:2004

*El detalle completo del propio informe se encuentra en los anexos del proyecto*

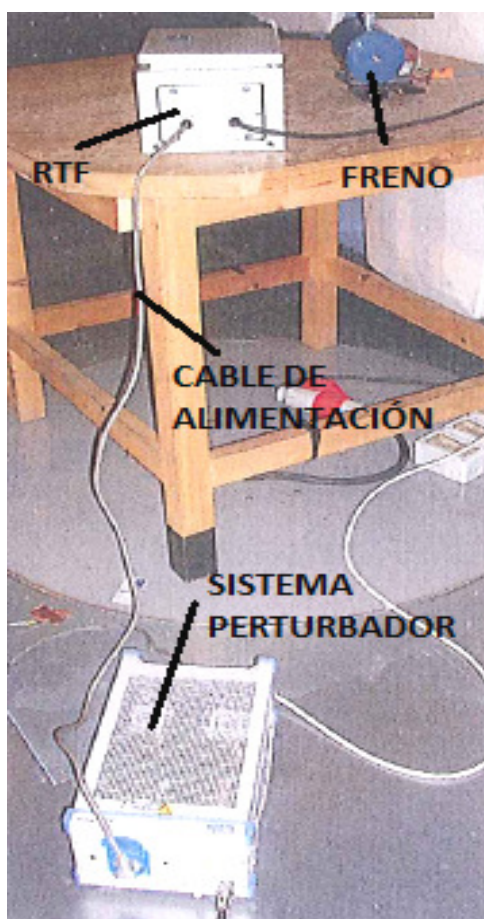


Figura 37  
Equipo conectado para la prueba



**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

**4.2.1.1.2. Ensayo 2.- emisión radiada**

Las prestaciones validadas para este ensayo han sido bajo criterio A, es decir: el equipo cumple en funcionamiento normal especificado por Industrial de Elevación, S.A. Los resultados de emisión radiada que nos ha proporcionado el equipo han sido satisfactorios en las pruebas de eje horizontal y vertical, es decir la posición de la antena emisora con incidencia directa sobre el cajón del RTF respecto de su eje X é Y, incidiendo sobre la zona más desfavorable de la caja: la parte de entrada de la alimentación y salida a freno.

Los límites de emisión son conformes con la norma EN 12015:2004

Los ensayos, en sus polarizaciones horizontal y vertical, cumplen con las normas EN 55011:2007 y EN 55011/A2:2007, siendo el nivel de incertidumbre obtenido de 4.79dB

*El detalle completo del propio informe se encuentra en los anexos del proyecto*

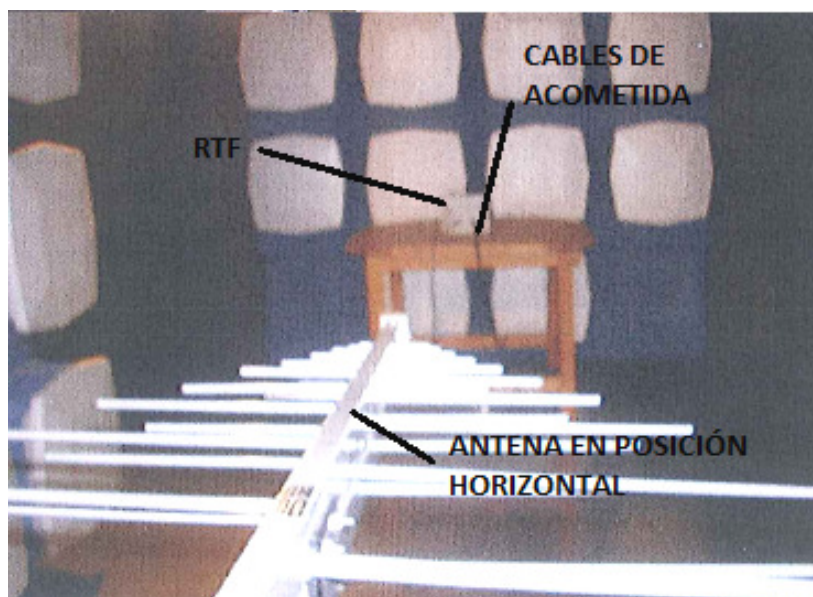


Figura 38

Disposición de la muestra durante el ensayo de emisión radiada, caso antena horizontal



**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÑICOS**

---

**4.2.1.1.3.      *Ensayo 3.- Inmunidad a descargas electrostáticas***

Las prestaciones validadas para este ensayo han sido bajo criterio A, es decir: el equipo cumple en funcionamiento normal especificado por Industrial de Elevación, S.A. El ensayo correspondiente a inmunidad a descargas electroestáticas se concluye con una valoración positiva en el comportamiento por descarga directa (a 4kV) y por descarga liberada en aire en las proximidades de la caja (a 8kV). Ambos ensayos cumplen con la norma EN 61000-4-2:1995, EN 61000-4-4/A1:1998, En 61000-4-2/A2:2001 y EN 61000-4-2:2004 erratum.

Los puntos de aplicación de las descargas directas son en la propia caja y siempre en terminaciones metálicas como tornillería o el propio soporte.

*No existen imágenes de este ensayo, por seguridad no se realizaron*



**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES ELECTROMECAÑICOS**

**4.2.1.1.4. Ensayo 4.- Inmunidad a campos electromagnéticos radiados**

Las prestaciones validadas para este ensayo han sido bajo criterio A, es decir: el equipo cumple en funcionamiento normal especificado por Industrial de Elevación, S.A. La muestra es inmune a las perturbaciones electromagnéticas radiadas dentro del rango de 80MHz y 2GHz para un nivel de ensayo tipo 3.

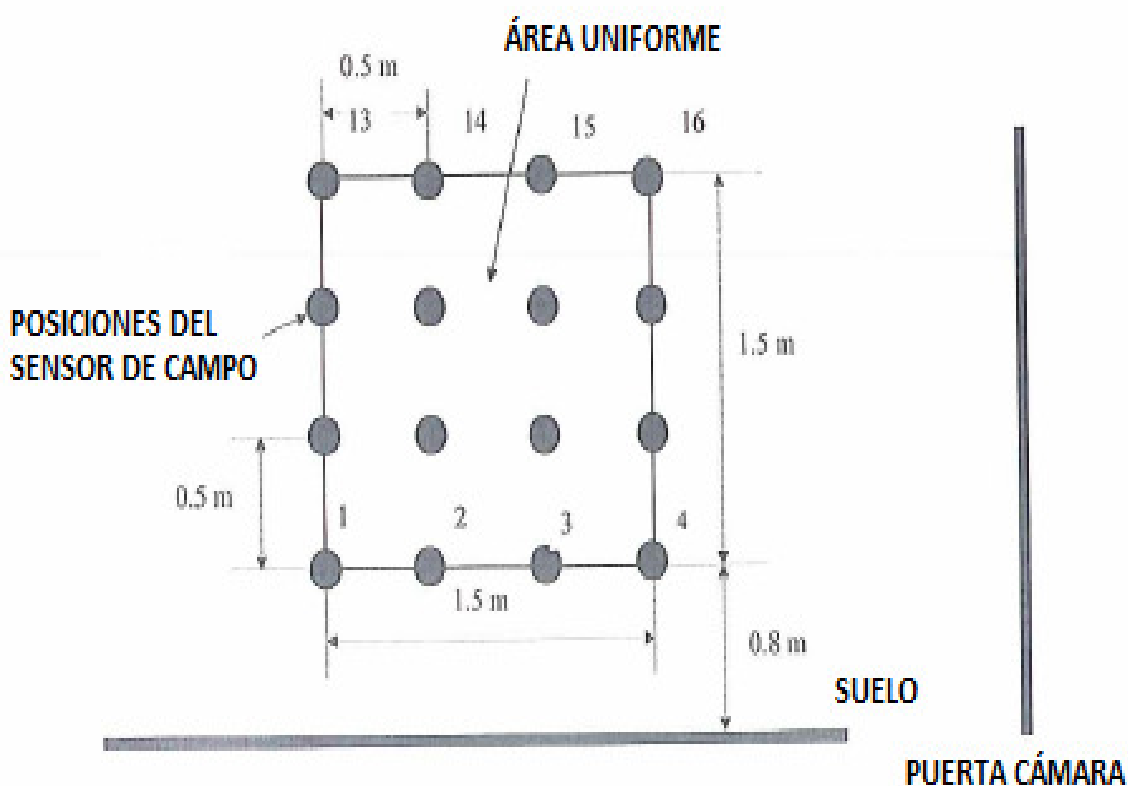


Figura 39  
Calibrado del área de actuación de la radiación (seccionamiento uniforme)



**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

---

**4.2.1.1.5. Ensayo 5.- Inmunidad a ondas de choque en transitorios eléctricos en ráfagas**

Las prestaciones validadas para este ensayo han sido bajo criterio A, es decir: el equipo cumple en funcionamiento normal especificado por Industrial de Elevación, S.A. La muestra es inmune a ondas de choque aplicadas en las líneas de alimentación para un nivel de ensayo tipo 3; aplicando 1kW entre líneas y entre línea y tierra de  $\pm 2$ kW. El equipo se comporta estable y no resulta peligroso a la hora de realizarse los ensayos.

*No existen imágenes de este ensayo, por seguridad no se realizaron*



**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSION EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÑICOS****4.2.1.1.6. Ensayo 6.- Inmunidad a transitorios eléctricos en ráfagas**

Las prestaciones validadas para este ensayo han sido bajo criterio A, es decir: el equipo cumple en funcionamiento normal especificado por Industrial de Elevación, S.A. De igual modo, la muestra es inmune a los transitorios eléctricos rápidos en ráfagas, siendo el nivel de ensayo tipo 2.

La muestra, por tanto cumple la norma EN 61000-4-4:2004

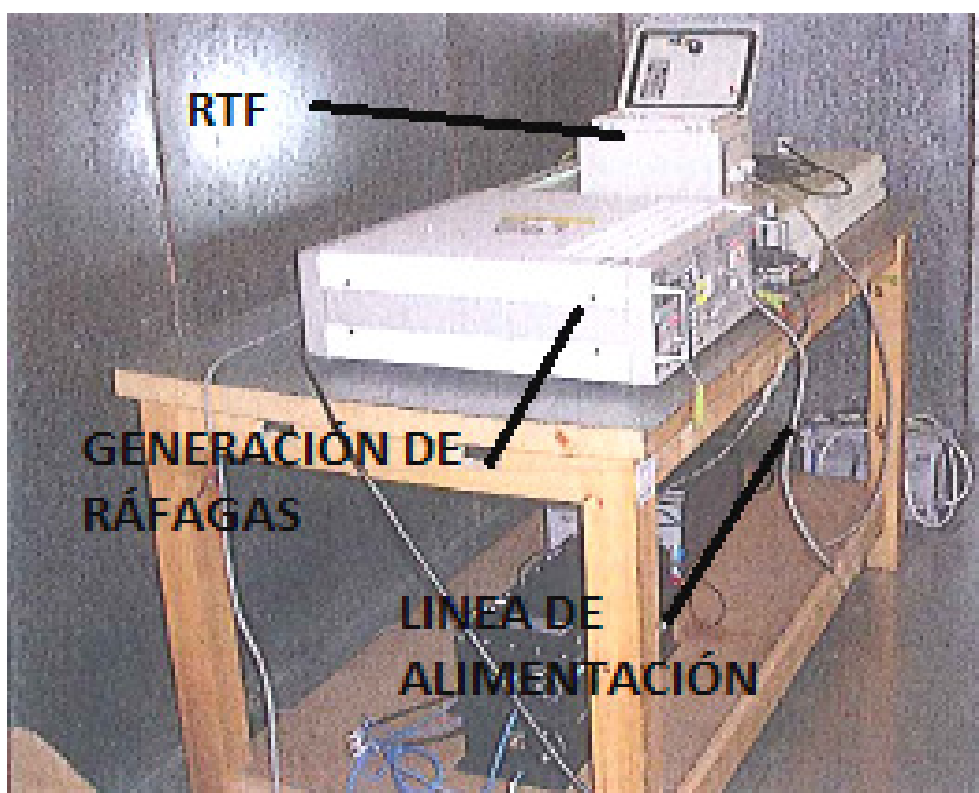


Figura 40

Disposición de generación de perturbaciones transitorias eléctricas en ráfagas



**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

---

**4.2.1.1.7.      *Ensayo 7.- Inmunidad a las perturbaciones conducidas, inducidas  
por los campos de radiofrecuencia***

Las prestaciones validadas para este ensayo han sido bajo criterio A, es decir: el equipo cumple en funcionamiento normal especificado por Industrial de Elevación, S.A. La muestra cumple con los requisitos establecidos y no se convierte en peligro durante la realización de los ensayos. Los niveles de ensayo son acordes con la EN 12016:2004

*No existen imágenes de este ensayo, por seguridad no se realizaron*



**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES ELECTROMECAÑICOS****4.2.1.1.8. Ensayo 8.- Inmunidad a las interrupciones de tensión aplicadas a la línea de alimentación**

Las prestaciones validadas para este ensayo han sido bajo criterio A, es decir: el equipo cumple en funcionamiento normal especificado por Industrial de Elevación, S.A. La muestra es inmune a interrupciones de tensión aplicadas a la línea de alimentación, para un nivel de ensayo de reducción del 30% de la tensión nominal (durante medio periodo).

Nivel de severidad de ensayo según Norma EN 12016:2004

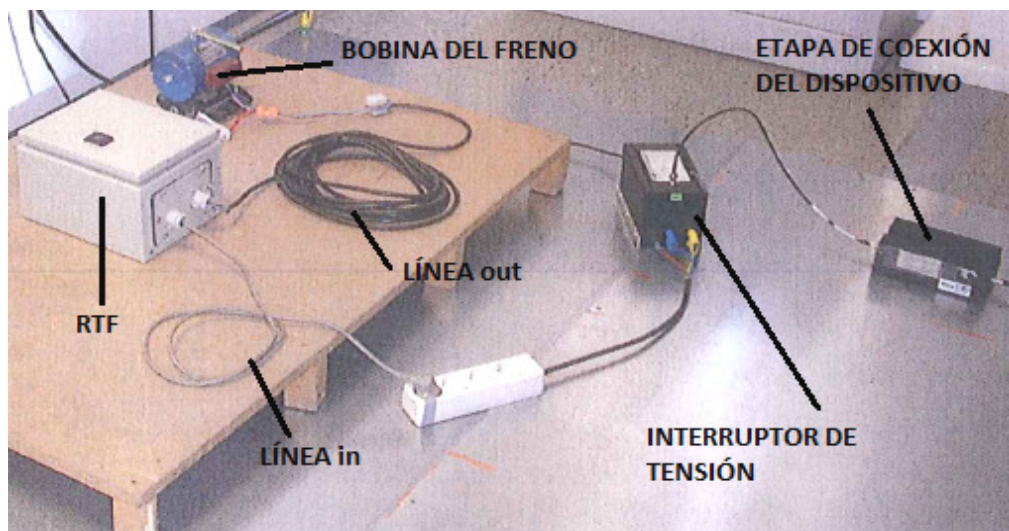


Figura 41  
Dispositivo instalado para el ensayo de interrupciones en la línea de alimentación





**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

---

4.2.1.2. [Resultados de los ensayos](#)

Una vez resumidos los ensayos que hemos realizado al sistema RTF, pasamos a ver la tabla que recoge las valoraciones al respecto. En ella podemos apreciar como la totalidad de las pruebas pasan los controles pertinentes y los mínimos que exige la normativa EMC al respecto.

En la tabla podemos encontrar las categorías en las que se encuentra incluido cada ensayo, el tipo de ensayo (concepto y/o definición al respecto), el rango de frecuencias utilizado para la muestra, el criterio de aptitud del ensayo: diferenciando entre el que marca la norma (más restrictivo) y el que ha surgido del comportamiento del equipo durante las pruebas (siempre superior o igual al menos al de la norma) y un adjunto con la norma cumplida para tal efecto.



**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES ELECTROMECÁNICOS**

C/11124611

Página 7 de 20 (+ 2 anexo)

**RESULTADOS DE ENSAYO**

Entrada	Categoría ensayo	Tipo de ensayo	Rango de frecuencias	Nivel	Criterio de aptitud (Norma)	Criterio de aptitud (Ensayo)	Norma de referencia (procedimiento)	Resultado del ensayo
Línea alimentación	Emisión	Tensión perturbadora en bobina de alimentación	150 kHz - 30 MHz	-	-	-	EN 60111:2007 EN 55011A2:2007	C
Envoltorio	Emisión	Emisión radiada	9 MHz - 1 GHz	-	-	-	EN 55011:2007 EN 55011A2:2007	C
Envoltorio	Inmunidad	Inmunidad a descargas electrostáticas	-	Especial	B	A	EN 61000-4-2:1998 EN 61000-4-3:2000 EN 61000-4-3:2004 EN 61000-4-3:2004 EN 61000-4-3:2004 EN 61000-4-3:2004	C
Envoltorio	Inmunidad	Inmunidad a campos electromagnéticos radiados	80 MHz - 2 GHz	3	A	A	EN 61000-4-3:2004	C
Línea alimentación	Inmunidad	Inmunidad a transitorios eléctricos en cables	-	2	B	A	EN 61000-4-4:2004	C
Línea señal	Inmunidad	Inmunidad a transitorios eléctricos en cables	-	2	B	A	EN 61000-4-4:2004	C
Línea alimentación	Inmunidad	Inmunidad a las ondas de choque	-	3	B	A	EN 61000-4-5:2006	C
Línea alimentación	Inmunidad	Inmunidad a las perturbaciones conducidas inducidas por los campos de radiofrecuencia	0,15 - 80 MHz	2	A	A	EN 61000-4-6:2009	C
Línea señal	Inmunidad	Inmunidad a las perturbaciones conducidas inducidas por los campos de radiofrecuencia	0,15 - 80 MHz	2	A	A	EN 61000-4-6:2009	C
Línea alimentación	Inmunidad	Inmunidad a las perturbaciones de tensión, interrupciones y variaciones de tensión	-	30% Un 10ms	A	A	EN 61000-4-11:2004	C

Señales utilizadas: C ESE cumple con las especificaciones técnicas, N.A. ensayo no aplicable a esta entrada

Figura 42  
Página 7 del informe del ITA de ensayos, resultados de ensayo



**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

---

4.2.1.3. Conclusiones obtenidas con el ITA

Finalmente podemos ver que el resultado del ensayo es satisfactorio en todas y cada una de las pruebas realizadas al prototipo del sistema RTF aportado, donde el Instituto Tecnológico de Aragón marca con APTO el marcado CE del aparato en compatibilidades electromagnéticas. De igual manera, como consejo útil aportado por el personal técnico del ITA para la posterior fabricación del sistema RTF se indica el interés de montar una ferrita sobre el cable de alimentación para así evitar perturbaciones radiadas sobre la fuente, ya que el cable de alimentación en un montaje real se encontrará con una longitud considerable (quizá entre 80 y 120 cm) dentro de la caja de la maniobra electrónica: se valora, por ello, su incorporación.

El sistema de reducción de la tensión del freno diseñado (RTF) cumple con las especificaciones técnicas marcadas bajo las normas anteriormente expuestas y por ello se le otorga el marcado CE de compatibilidad electromagnética en Zaragoza a 20 de Mayo de 2011 en el Instituto Tecnológico de Aragón

**4.2.2. Pruebas de funcionamiento en equipo final**

Una vez realizada la implementación de la placa, obtenido el prototipo y, posteriormente realizadas los ensayos en el ITA, se pensó realizar las pruebas finales sobre el mismo prototipo al que se le realizaron los ensayos EMC en el ITA en una instalación existente. Para ello, hemos necesitado de un ascensor electromecánico (en este caso de máquina en cuarto de máquinas inferior y cuarto de poleas superior, no influye en las mediciones) que cumpla una serie de características óptimas para las pruebas y que nos permita unas mediciones fiables.

Industrial de Elevación cuenta en Madrid con un parque de ascensores a fecha de junio de 2011 de 480 aparatos. Este ascensor es el número de contrato 00533 y como RAE el 8028. Se encuentra bajo una instalación dúplex, lo cual creemos que es muy importante desde el punto de vista del cliente, ya que las pruebas con nuestro prototipo no queremos que influyan en el uso de los ascensores por los clientes; de igual modo la maniobra electrónica es de última generación: fue cambiada tras una revisión de industria en la que se solicitaba cumplimiento del ascensor (de los dos, realmente) del RD1314/1997 para conseguir una precisión de parada en planta de  $\pm 20\text{mm}$  lo que nos lleva a incluir una máquina de dos velocidades con maniobra de gestión electrónica ELE01® como la que podemos apreciar en las fotografías siguientes, véase figura 43 y 44.





**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

Para ser exactos, las características del ascensor son las siguientes:

Nº contrato INELSA 411/1/00533

Nº RAE 8028

Dirección instalación

Calle Francisco Navacerrada, 39

Ascensor

electromecánico (máquina abajo)

Motor de

5,5 CV AÖTUR

Carga de

300Kg (4personas)

Velocidad de régimen

0,63 m/s; 2 velocidades

Número de plantas servidas

7

Puertas de rellano

semiautomáticas en paso libre 700 mm

Puertas de cabina

automáticas telescópicas en paso libre 700 mm

**4.2.2.1. [Montaje y descripción de las pruebas realizadas](#)**

Partiendo de un armario de maniobra ELE01® convencional con cajón de la marca ELCO de iguales características de las del cajón del prototipo de pruebas CE, como ya se dijo, y con todos los componentes electrónicos y de gestión del ascensor en cuestión, vamos a incorporar la placa RTF y sus conexiones para poder realizar las pruebas finales al prototipo.

Partiendo del puente rectificador de alimentación de la bobina del freno colocamos las conexiones, temporalmente clemas, a la salida de bornas que presenta la maniobra ELE01® en la parte inferior del armario (bornero de salidas a hueco) que unimos mediante dos cables de sección 2,5 mm con el conector de entrada de la placa RTF. Esto nos hará que la placa esté solamente alimentada en el momento de actuación de la bobina de freno para liberar los brazos mecánicos del volante motor.



**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**



Figura 43  
Armario de maniobra del ascensor



Figura 44  
Vista del interior del cuarto de máquinas de los dos  
ascensores (en dúplex), maniobra al fondo

Alimentada a tensión 190Vcc aproximada el sistema se cablea, finalmente, desde la salida de la placa RTF hacia los cables de la bobina del freno que llegan desde el motor del ascensor hasta el armario de maniobra.

Como se puede apreciar en la figura 46 y su detalle en la figura 45, el montaje, aun siendo un prototipo, queda muy limpio dentro del total de la maniobra de gestión del ascensor, aspecto muy importante a tener en cuenta para la hora de mantener el equipo, a la vez, las actuaciones de conexión nos han dedicado algo menos de 20 minutos, lo que supone un tiempo de montaje muy breve y, por consiguiente, unos costes de mano de obra muy bajos (como ya veremos)



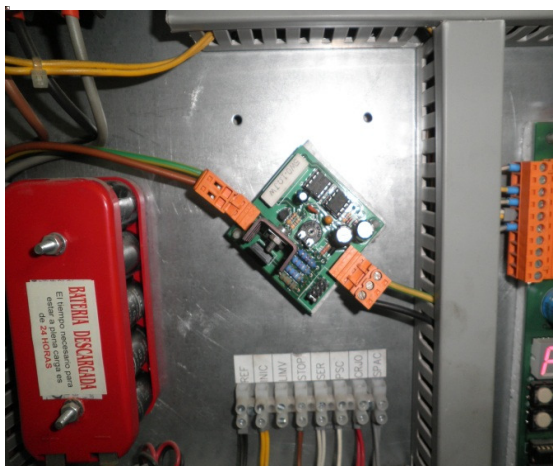
**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

Figura 45  
Detalle del sistema RTF dentro del cuadro de maniobra del ascensor



Figura 46  
Vista del sistema RTF, la placa ELE01® y algunos de los componentes de la maniobra completa

Una vez instalado el sistema RTF en la maniobra ELE01®, sólo nos queda probar y ajustar su coeficiente de reducción: actuaremos sobre el potenciómetro, llevándolo inicialmente al máximo, es decir: la mínima reducción de consumo, para posteriormente ir girando el tornillo hasta llegar a notar como el freno comienza a rozar durante el movimiento del ascensor: ese es el momento de, con el ascensor parado en planta, dar un poco más de tornillo y así evitar el roce, siempre ajustando al máximo el sistema y, en caso de necesitar una máxima precisión, acoplar en paralelo un medidor de tensión (polímetro) y medir las variaciones que se van produciendo.

Una vez realizado esto, se realizan varios viajes al ascensor para ver que el freno no toca con el volante y por consiguiente no existe rozamiento. Acto seguido cortamos la

**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

alimentación de la maniobra y procedemos al montaje de los elementos de medición externos al propio RTF.

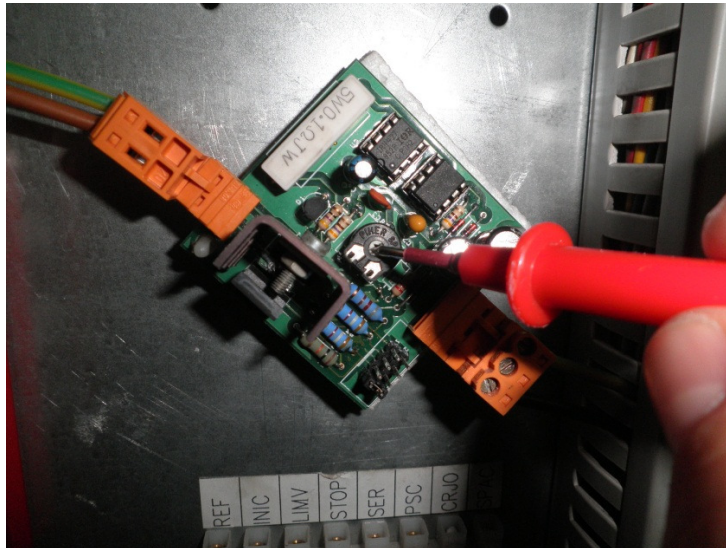


Figura 47

Ajuste del coeficiente de reducción de consumo, actuación sobre el potenciómetro

Cuando el ascensor se mueve, previamente se ha cerrado el contactor de entrada de la maniobra, primera seguridad eléctrica del ascensor. Esto nos genera un problema de desfase entre la bajada del contactor principal del ascensor y la caída de la tensión en la bobina del freno. Comprobamos que, en fracciones de segundo pero no al instante, el contactor cae y sin embargo la bobina freno sigue actuando sin por ello cerrar el freno, Esto hace que el ascensor *deslice* durante apenas 0,2sg a 0,5sg pero, es tiempo suficiente para que el ascensor no realice con precisión la parada en planta. Tras analizar el circuito y con ello realizar pruebas de medición, comprobamos que el problema puede ser debido a que, al caer instantáneamente la tensión en la bobina y tener colocado un diodo en paralelo a la salida D1 para evitar el denominado *efecto chispa* producido por el corte de tensión inmediato en una bobina, esa corriente recircula en ciclo cerrado sobre el HEADER 2 (conector de salida de la placa) y hace que se retroalimente durante unas fracciones de segundo, produciéndose el fallo en la precisión de parada del ascensor.

La solución aportada ha sido colocar un diodo (aportado desde fábrica) del tipo BY225 en serie a la salida del positivo del conector, es decir entre el pin 1 del HEADER 2 y el



**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

cable de conexionado a la bobina del freno; siendo el cable del pin2 de conexión directa sobre el freno, igualmente.

Una vez solucionado el problema, lo cual nos influyó en realizar el comienzo de las mediciones 2 días después de lo previsto, como se marca en la *Obtención de resultados* pasamos a colocar los aparatos de medición en la placa:

Colocamos en paralelo un temporizador y un contador de viajes respecto del auxiliar de 230Vac y un neutro común del bornero de la maniobra, así nos aseguramos que al funcionar el ascensor (entrar el contactor) comienzan: el temporizador a medir tiempo (en fracciones de hora) y el contador de viajes un viaje: cuenta “1” desde que arranca hasta que se para de nuevo el ascensor, tal y como se puede apreciar en la figura 48.



Figura 48

De izquierda a derecha, contador de viajes y temporizador. Colocados dentro de la placa para mediciones del prototipo

Para asegurarnos de que la instalación es completamente correcta, tomamos mediciones iniciales. Se dispone de una pinza amperimétrica, figura 49, y un multímetro digital calibrados por el ENAC, con sello incluido véase figura 50, dichos aparatos son los que se utilizan en las puestas en marcha de los ascensores que se instalan; además de un cronómetro con mediciones partidas múltiples.

**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

Figura 49

Pinza amperimétrica de medición de los ensayos sobre la placa RTF



Figura 50

Marcado de calibrado de equipo de medida por el ITA

Observamos cómo a la entrada de la placa RTF tenemos la tensión de 190Vcc (exactamente 194Vcc), lo que nos indica que la placa se está alimentando correctamente. Al subir y bajar el potenciómetro, observamos cómo la tensión en el freno del motor varía desde los 73Vcc hasta los 167 Vcc, lo que nos hace ver que actúa y, además nos marca los márgenes mínimos y máximos para alimentar en tensión el freno de 190Vcc en cuestión.

Además, tras ejecutar un viaje y colocando la pinza amperimétrica en la alimentación del puente rectificador (230Vac) observamos cómo al arranque del ascensor y durante un tiempo de medición inicial de 1,78 segundos, el ascensor demanda una corriente de 0,93A y, pasado este periodo de tiempo pequeño, el resto del viaje queda a 0,31 A, véase figura 51, lo que nos demuestra que la etapa RTF está funcionando y además a primera vista, vemos que el consumo se reduce en casi 1/3 del tradicional, lo que ya nos comienza a dar idea de las características de conversión de la placa RTF.

**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECÁNICOS**

Figura 51

Medición de la demanda de corriente del sistema RTF para alimentar el freno, comprobación de la reducción del mismo una vez estabilizado el régimen

Una vez realizado todo esto, dejamos el sistema en observación durante un par de horas para posibles fallos de calentamiento del freno o placa y posibles desajustes de paradas en planta y demás.

Pasado este tiempo, el cual se aprovecha para realizar una inspección mensual del ascensor, se procede a dejar el ascensor en marcha. Se toman las medidas de inicio de contador y temporizador y se realiza la primera medición de valores (tabla completa en el apartado 4.2.2.2., figura 52). Se dan las explicaciones pertinentes al personal de conserjería y se avisa posteriormente al presidente de la comunidad y al administrador de la finca. El montaje y puesta en marcha del sistema RTF se da por concluido a fecha jueves 7 de junio de 2011.





**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

---

4.2.2.2. Obtención de resultados

Para la obtención de los resultados experimentales hemos realizado 20 mediciones en placa de los parámetros de interés.

Partiendo del día 7 de Junio de 2011 y con una frecuencia media de 2 mediciones al día entre las 8:30 horas y las 19:00 horas hasta llegar al último día en el que se retiró la placa y, posterior a comprobar su estado en determinados componentes del integrado para observar posibles deterioros, se realizaron el 20 de Junio de 2011 las últimas mediciones, concretamente 3; poniendo final a los ensayos experimentales. El día 16 de Junio de 2011 se acudió al ascensor tras un aviso de no funcionamiento por parte del cliente. Una vez allí se comprobó que el problema no tenía ningún tipo de vinculación directa con el sistema RTF instalado y motivo del análisis, por lo que no se abrió desde delegación aviso de incidencia por causa externa (placa RTF).

Como observación mostrada de los ensayos, cabe resaltar que el sistema RTF se colocó con un suministro en el momento del montaje, con medición de 0.28 Amperios a la entrada de placa RTF, viéndose que podíamos girar el potenciómetro de optimizado de consumo y la corriente demandada caía algo más (en torno a los 0,20 Amperios) sin llegar a caer finalmente el freno. En estas circunstancias, la tensión en el freno baja hasta los 151Vcc: el sistema RTF está funcionando bien, recordemos que la tensión en el freno del motor variaba desde los 73Vcc hasta los 167Vcc

Realmente, no ajustamos más este parámetro porque tampoco es necesario para las pruebas requeridas y, preferíamos no forzar el sistema y por tanto la bobina de freno y el ascensor, ya que son pruebas sobre prototipo. No obstante podemos apreciar que estamos realizando las pruebas a casi un 80% de la capacidad de reducción total comprobada a priori del sistema RTF; por lo que creemos son mediciones bastante válidas para una impresión correcta del funcionamiento final.

Adjuntamos hoja remitida a Dpto. Electrónica de la Central de Zaragoza, tal y como se solicitó a delegación de Madrid, para la comprobación final del correcto funcionamiento del prototipo. En ella podemos observar que, a la finalización de las pruebas, el contador recogió 1041 viajes del ascensor (entre trayectoria ascendente y descendente), el temporizador 5,95 horas totales de uso del ascensor, la corriente media absorbida por el freno al arranque fue de 0,9115 A durante un tiempo medio de 1,804 segundos y que, una vez transcurridos estos 1,804 segundos, la corriente se estabilizaba en 0,2965 Amperios.



**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES ELECTROMECAÑICOS**

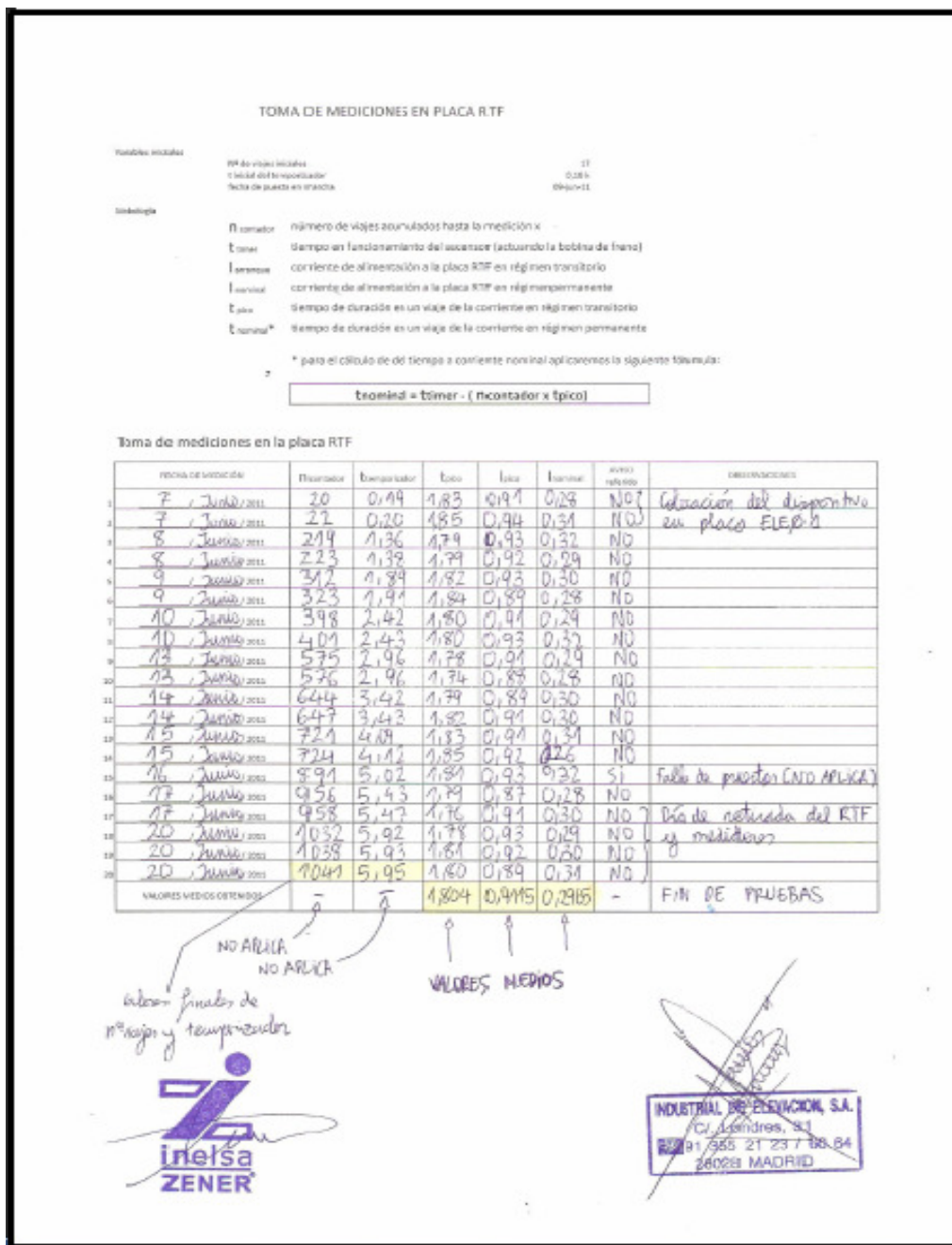
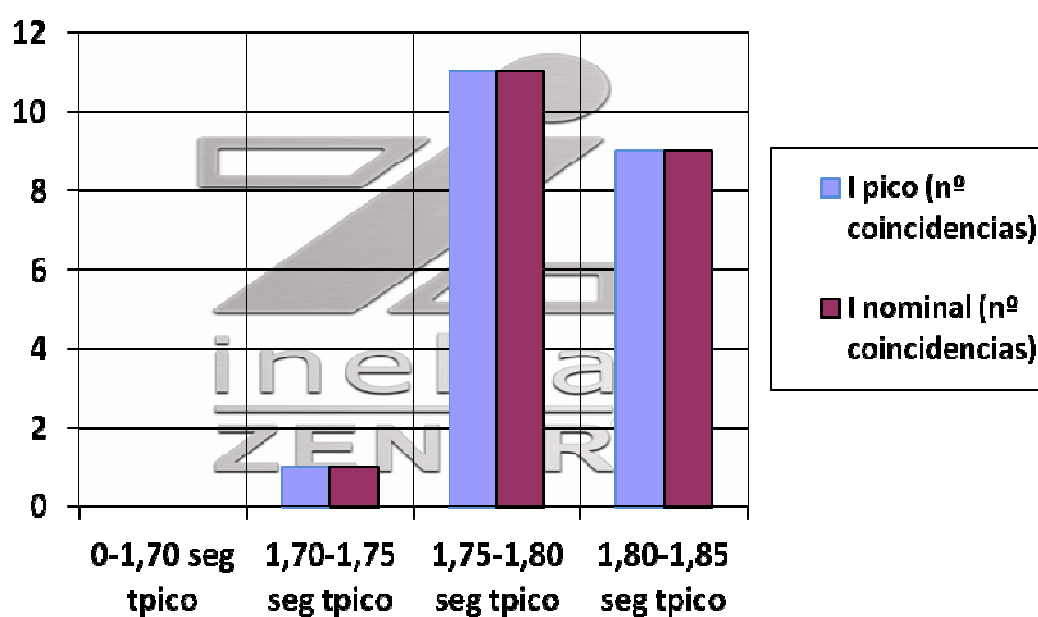


Figura 52

Hoja de datos del experimento sobre placa RTF, entrega a Dpto. Electrónica de la Central de Zaragoza

**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

De manera grÁfica, podemos representar los valores obtenidos respecto del tiempo que se mide hasta e cambio a valores nominales (reducidos por el RTF), es decir: La mayoría de ensayos muestreados reflejan que el tiempo medio se encuentra en 1,8 segundos hasta que el valor de tensión cae del normal al reducido por el sistema RTF, se pueden observar estos resultados de manera grÁfica en las figuras 53 y 54 respectivamente.



Fi

gura 53

GrÁfica que aglutina el nÚmero de ensayos que se producen en funci3n del tiempo de cambio de funcionamiento

SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS

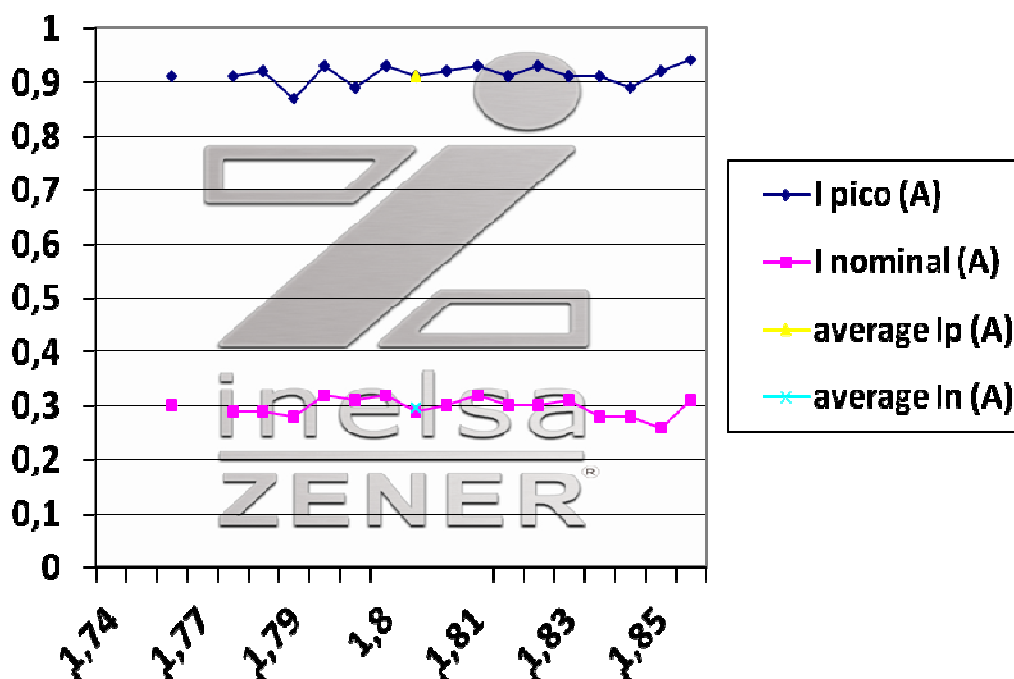


Figura 54

Gráfica que nos muestra las mediciones de manera independiente y, a la vez el valor medio de ellas

#### 4.2.2.3. [Conclusiones obtenidas en equipo final elegido](#)

El sistema RTF se implementa y se aplica a los ascensores con el fin de reducir el consumo de estos en la medida de lo posible y, teniendo en cuenta que la bobina de freno cae durante el tiempo de inactividad del ascensor. Por ello, teniendo en cuenta el número de viajes, el tiempo utilizado el ascensor durante las pruebas, la corriente y tiempo en el *estado de arranque* y la corriente en el *estado de régimen nominal*. Podemos obtener una serie de valores muy próximos a la realidad en función del precio del KW/h de una empresa líder del mercado de suministros eléctricos en la Comunidad de Madrid.

A continuación adjuntamos un extracto del precio del KW/h en función de la potencia contratada de Iberdrola.





**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES ELECTROMECÁNICOS**

TARIFAS DE ÚLTIMO RECURSO A APLICAR EN EL SEGUNDO TRIMESTRE DE 2011

TARIFAS	CONDICIONES DE APLICACIÓN	TÉRMINO DE POTENCIA €/kW AÑO	TÉRMINO DE ENERGÍA €/kWh
TUR SIN DISCRIMINACIÓN HORARIA	Potencia no superior a 10 kW	20,633129	0,140069
TUR CON DISCRIMINACIÓN HORARIA	Potencia no superior a 10 kW y equipo de medida adecuado	20,633129	<div>Período 0,168965 tarifario 1</div> <div>Período 0,060407 tarifario 2</div>

Figura 54b  
Tarifas de aplicación para 2º trimestre de 2011 por Iberdrola

Deberíamos regirnos por una contratación de potencia de  $P < 10\text{kW}$  y sin discriminación horaria, que es el caso más genérico posible ya que el ascensor suele tener su cuadro general de protecciones (CGP) conectado como la propia luz de la escalera, es decir individualizado y sin discriminación horaria por regímenes de uso.

Esto nos lleva a un coste sobre papel de 0,140069 €/Kwh, el cual se computará en los siguientes cálculos.

Para las mediciones que realizamos diremos que:

Siendo el número de viajes total de las pruebas del RTF  $n_{\text{contador}} = 1041$  y el tiempo medio al que tendremos la corriente en su valor pico  $t_{\text{pico}} = 1,804$  segundos podemos decir que:

$$\Sigma t_{\text{pico}} = 1041 \text{ viajes} \times 1,804 \text{ segundos} = 1.877,964 \text{ segundos}$$

Pasándolo a horas tendremos 0,5216 horas





**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

Sabiendo que el tiempo total es de  $t_{\text{temporizador}} = 5,95$  horas, el tiempo a un valor nominal de funcionamiento de  $I_{\text{nominal}} = 0,2965$  A será de:

$$t_{\text{nominal}} = 5,95 \text{ horas} - 0,5216 \text{ horas} = 5,428 \text{ horas.}$$

Conociendo que la Potencia consumida para la bobina y de carácter general es:

$$P = V_{\text{freno}} \times I_{\text{RTF}}$$

Y que tendremos por un lado:

$$P_{\text{arranque}} = V_{\text{freno}} \times I_{\text{pico}} = 190\text{Vcc} \times 0,9115 \text{ A} = 173,185 \text{ Wattios}$$

Siendo el tiempo aplicable a esa ecuación de 0,5216 horas, diremos que el consumo de la bobina de freno en el tiempo del experimento ha sido de 90,333 w, o lo que es lo mismo:

$$P_{\text{arranque}} = 0,0903 \text{ kW}$$

De igual modo, pero para valores en régimen nominal de funcionamiento, tendremos:

$$P_{\text{nominal}} = V_{\text{freno}} \times I_{\text{pico}} = 151\text{Vcc} \times 0,2965 \text{ A} = 44,771 \text{ wattios}$$

Como ya hemos visto anteriormente,  $t_{\text{nominal}} = 5,95 \text{ horas} - 0,5216 \text{ horas} = 5,428 \text{ horas}$  por lo que tendremos un consumo a régimen nominal de 243,017 w durante el tiempo de las mediciones o lo que es lo mismo:

$$P_{\text{nominal}} = 0,2430 \text{ kW}$$





PROYECTO FIN DE CARRERA, ITI ELECTRÓNICA INDUSTRIAL

**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

---





**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

---

## **5. PRESUPUESTO DEL SISTEMA RTF**

### **5.1. VALORACIÓN DE COMPONENTES DEL SISTEMA RTF**

La placa deberá de constar del mínimo de materiales posible, con el fin de que la reducción de consumo permita amortizarla en el menor tiempo posible.

No tiene ningún sentido diseñar una placa de 200,00€ o 300,00€ la cual sólo se amortizara por el menor consumo eléctrico de la bobina (Fácilmente cuantificable) y el aumento de vida de la bobina y elementos de mando (Muy difícil de cuantificar).

Como podemos ver en la siguiente tabla, el coste unitario del sistema RTF es de 41,5382€, lo que supone un incremento sobre el precio de una maniobra eléctrica común completa de un 2,00% (suponiendo un precio de maniobra de 2.000,00€) lo que es un coste más que asumible para la posterior fabricación en serie del elemento en cuestión, que evidentemente haría disminuir enormemente su coste respecto al del prototipo

Cabe resaltar, con respecto al coste del desglose de componentes, tres ideas:

- El mayor importe, como es normal, es la fabricación de la propia placa base. Esto hace ver que posiblemente incorporándola a nuestra cadena de producción, los costes iniciales de desarrollo y fotolito inicial se verían posiblemente reducidos tras la fabricación de varios cientos de unidades.
- El condensador de la entrada de la alimentación es bastante caro y, posiblemente sea un componente que sufra bastante durante el uso normal del sistema, ya que se someterá a tensiones de pico bastante fuertes en régimen transitorio hasta estabilizarse la señal. Esto nos debería hacer buscar nuevas alternativas a nivel de filtrado y estabilización de la señal, sería interesante ver un ciclo en bucle cerrado por realimentación o dispositivos similares.
- El núcleo de ferrita *wurth* que debemos incorporar para evitar problemas de emisiones radiadas sobre la fuente, tal y como se comentó en las conclusiones a cerca de los ensayos del ITA, (como se vio en los ensayos del ITA) supone un coste difícilmente amortizable pero necesario de instalar en el cable de alimentación para conseguir una funcionalidad final más estable, es una mejora incorporada, no una necesidad solicitada.

Todo ello nos lleva a concluir diciendo que este prototipo cumple con las exigencias de Industrial de Elevación, S.A. en concepto de costes y precio





**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

competitivo de mercado, frente a la competencia examinada como posible producto a comercializar; véase el capítulo 2.

A continuación mostramos la tabla con los costes del sistema RTF donde:

<b>Cod</b>	es el código referencia interna del componente
<b>Cant</b>	es el número de unidades necesarias de ese tipo de componente
<b>Ud</b>	las unidades de medición del artículo-componente
<b>Descripción</b>	Nombre incluido dentro de la base de datos de Industrial de Elevación, S.A. para ese artículo-componente
<b>Ref</b>	es el nombre otorgado al componente dentro del Layout y del prototipo
<b>Proveedor</b>	Empresa que nos aporta el componente o nos desarrolla el producto
<b>Coste</b>	Es el importe que supone el artículo-componente al prototipo
<b>Total</b>	Coste del artículo-componente en función de la cantidad de los mismos



SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECÁNICOS

Placa reducción de tensión de freno									
Cod.	Cant.	Ud	Descripción	Ref.	Proveedor	Coste	Total		
9060170520	1	U	Placa circuito impreso Rtf-01 57800021	Ci-1	Cipsa	12,0000	12,0000		
9060201053	1	U	RES 10K1W 5%	R1	Comercial	0,0300	0,0300		
9060203943	2	U	RES 3K9 1W 5%	R2,3	Comercial	0,0300	0,0600		
9060208243	1	U	RES 8K2 1W 5%	R4	Comercial	0,0300	0,0300		
9060202251	1	U	RES 22K 1/4W 5%	R5	Comercial	0,0024	0,0024		
9060212260	1	U	POT 520K HTL MIN	R6	Comercial	0,0800	0,0800		
9060204721	1	U	RES 47 1/4W 5%	R7	Comercial	0,0024	0,0024		
9060204731	2	U	RES 470 1/4W 5%	R8,11	Comercial	0,0028	0,0056		
9060201016	1	U	RES 0.1 4W 10% BC-4 0H1	R10	Comercial	0,2400	0,2400		
9060322615	1	U	COND 2.2uF/450V ELEC RAD RS 715-3277	C1	Comercial	5,7000	5,7000		
9060310601	1	U	COND 1uF/6 3V TANTALO	C2	Comercial	0,1000	0,1000		
9060333423	1	U	COND 33nF CER DIS	C3	Comercial	0,0902	0,0902		
9060310810	1	U	COND 100uF/25V ELEC RAD	C4	Comercial	0,0234	0,0234		
9060310523	1	U	COND 100nF CER DIS	C5	Comercial	0,0301	0,0301		
9060459608	1	U	Diodo ultrarrápido 600V 8A RS 670-8898	D1	Comercial	1,2340	1,2340		
9060400007	1	U	DIODO 1N4007	D2	Comercial	0,0075	0,0075		
9060402110	1	U	ZENER 11V 1/4W RS 708-7861	D3	Comercial	0,0320	0,0320		
9060402470	1	U	ZENER 4V7 1/4W	D4	Comercial	0,0156	0,0156		
9060421337	1	U	TR BC337	Q1	Comercial	0,0220	0,0220		
9060424060	1	U	Igdt SKP06N60 600V 12A RS 354-6177	Z1	Comercial	1,1800	1,1800		
9060491020	1	U	Radiador TO-220 RS 263-245	Z1	Comercial	0,5700	0,5700		
9060670013	1	U	uC Atmel ATINY13A RS 696-2409	U1	Comercial	1,4500	1,4500		
9060744427	1	U	Driver igbt IR4427 RS 543-0793	U2	Comercial	1,7500	1,7500		
9060680080	2	U	ZOCALO DIL8	U1,2	Comercial	0,0231	0,0462		
9061114400	0,2	U	25-49-2041 REGLETA 2.54 40V	JP1	Comercial	0,6951	0,1390		
9061114002	1	U	25-49-2021 2.54 JUMPER 2 PINES	JP1	Comercial	0,1400	0,1400		
9061150102	1	U	MACHO CI 90 5.08 SL-2/90	JP2	Comercial	0,6100	0,6100		
9061153002	1	U	HEMBRA AEREA 5.08 2V BLZ-5.08/180 CEPO WM170746	JP2	Comercial	0,3526	0,3526		
9061150103	1	U	MACHO CI 90 5.08 SL-3/90 WM150816	JP3	Comercial	0,7150	0,7150		
9061153003	1	U	HEMBRA AEREA 5.08 3V BLZ-5.08/180 CEPO WM170747	JP3	Comercial	0,6214	0,6214		
9062082600	1	U	Nucleo ferrita wurth 724270115	JP3	Comercial	2,2000	2,2000		
9062500754	0,6	U	CIR 0.75 NEGRO H05V-K	JP3	Comercial	0,0980	0,0588		
9069199990	30	U	MANO OBRA ELECTRONICA			0,4000	12,0000		41,5382

Figura 55

Tabla completa de costes de componentes constitutivos del sistema RTF final

## 5.2. COMPARATIVA CON DISEÑOS ALTERNATIVOS DEL RTF Y OTROS SISTEMAS EXISTENTES

A la hora de realizar el sistema RTF, surgieron varias posibles soluciones, a priori, para poder conseguir las características que en un principio buscábamos poder tener. En función de cada bloque general del sistema, como ya hemos comentado: etapa de alimentación, control y potencia, pasamos a indicar las alternativas surgidas para dar funcionalidad al circuito de la manera deseada.

En la etapa de alimentación, en primer lugar, se planteaba la posibilidad de colocar un potenciómetro como regulador del divisor de tensión. Esto complica el prototipo en la mayor complejidad en las labores de ajuste del componente para seleccionar la tensión de alimentación de la placa: el sistema formado por el *jumper* como selector del divisor de tensión es bastante más exacto y fácil de realizar por el operario de montaje y mantenimiento. Resaltar que tampoco reducimos tamaño de componente ya que ambas alternativas tienen unas dimensiones similares.

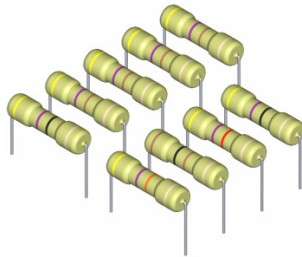


Figura 56  
Resistencia eléctrica



Figura 57  
Potenciómetro

En esta imagen podemos comparar visualmente la diferencia de tamaño entre los dos tipos de elemento, donde el potenciómetro corresponde al que ajusta la tensión de salida (el de ajuste de la alimentación de entrada sería similar físicamente) y las resistencias el propio divisor de tensión por el que hemos optado.



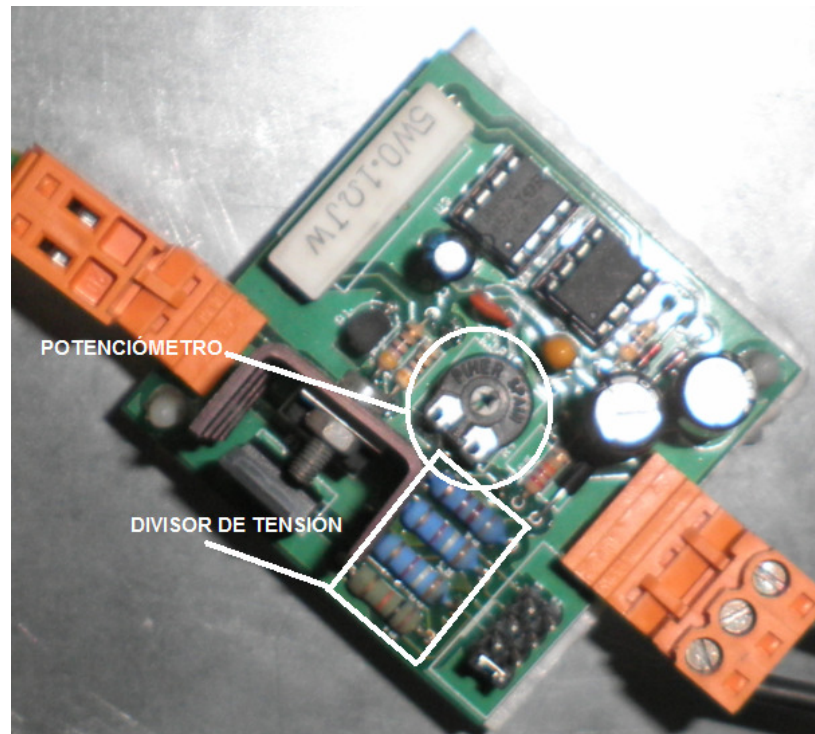
**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

Figura 58

Comparativa, dimensiones en placa entre potenciómetro y resistencias del divisor de tensión

De igual modo, durante los estudios previos desarrollados para la realización del prototipo, se pensó en la inclusión en el sistema RTF de un detector de paso por cero capaz de otorgar una transición de nivel para la señal de salida cuando la tensión de la señal de entrada cruza el nivel de 0Vdc, con el fin de detectar microcortes de tensión, como los que se pueden dar en las cerraduras.

Para su implementación en el prototipo sería tan sencillo como haber incorporado un LM211 o un LM311 de la serie *Texas Instruments*, por ejemplo, siguiendo el esquemático que detallamos a continuación (obtenido de la propia página *web* del proveedor, véase la figura 59).

El problema de las cerraduras se produce cuando con el ascensor en marcha, se produce algún contacto accidental con la cerradura, abriendo las series y cortando (microcortes) la alimentación del freno, mientras la cabina por inercia continúa con el recorrido hasta que sale de la zona de la cerradura y se restablece la alimentación.

**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES ELECTROMECAÑICOS**



Figura 59

Encapsulado del LM111, fabricante Texas Instruments®

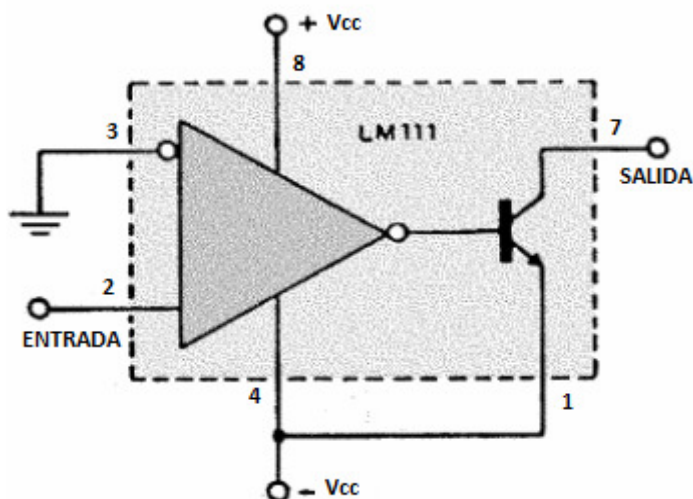


Figura 60

Esquemático del integrado LM111 de Texas Instruments®

En este caso, el freno podría llegar a caer sin que el circuito llegase a efectuar un *reset*, por lo que la bobina continuaría alimentada a baja tensión, la cual, podría no ser suficiente para volver a activar el freno y por tanto este permanecería sin alimentación (*caído*).

En este caso se debería dar el 100% de la tensión para garantizar la activación del freno, sin necesidad de instalar contactos eléctricos para verificar el estado del freno. Sin embargo no fue necesario gracias a la baja capacidad de los condensadores de alimentación, debido a que se han de cargar rápidamente para no retardar la conexión (también se descargan a similar velocidad). Medidas realizadas en el prototipo indican que para unas capacidades de 100uF (15V) y 10uF (5V), la tensión en la sección de 5Vcc necesita 100ms aprox. para alcanzar la tensión de 5V y de 200ms aprox. para dejar de funcionar, tiempos inferiores a los que necesita el freno para *caer* mecánicamente (en torno a los 0,5 – 1 seg).

Estos tiempos se pueden reducir bajando la capacidad del condensador, y son posibles debido a la alimentación en CC y a los 100Hz de la frecuencia conseguida mediante el rectificador que crea una señal de rectificado en onda completa sobre la *red* de entrada alterna de 50Hz.



**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

### 5.3. AMORTIZACIÓN DEL SISTEMA RTF POR CLIENTE FINAL

Para realizar los cálculos desde el punto de vista de ahorro económico para el cliente final y suponiendo los precios marcados por Iberdrola, anteriormente mostrados, diremos que:

$$\text{Coste energético por hora de uso} = [(P_{\text{arranque}} + P_{\text{nominal}}) / t_{\text{temporizador}}] \times \text{€}_{\text{kWh}}$$

$$\text{Coste energético por hora de uso} = [(0,0903 \text{ Kwh} + 0,2430 \text{ Kwh}) / 5,95 \text{ horas}] \times 0,140069 \text{ €/Kwh}$$

$$\text{Coste energético} = 0,0078 \text{ €/h}$$

De realizar las mediciones sin tener en cuenta el sistema RTF, diremos que el ascensor, teniendo sólo en cuenta el sistema compuesto por el freno de la máquina ha consumido:

Tiempo total = 5,95 horas

$$P_{\text{total}} = V_{\text{freno}} \times I_{\text{nominal}}$$

En este caso la  $I_{\text{nominal}}$  será el valor que hemos determinado como  $I_{\text{pico}}$  para las mediciones con el RTF, ya que no existe reducción de tensión ni de consumo eléctrico.  $P_{\text{total}} = 190\text{Vcc} \times 0,9115\text{A} = 173,185\text{W}$  o lo que es lo mismo: 0,1731kW, siendo un consumo total el producido por la bobina del freno durante el tiempo del experimento de 1,030kW.

$$\text{Coste energético por hora de uso} = P_{\text{nominal}} / t_{\text{temporizador}} \times \text{€}_{\text{kWh}}$$

$$\text{Coste energético por hora de uso} = (1,030\text{Kw} / 5,95 \text{ horas}) \times 0,140069 \text{ €/kWh}$$

$$\text{Coste energético} = 0,0242 \text{ €/h}$$

Es decir, más de tres veces el coste por hora entre un ascensor sin sistema RTF incorporado a otro con él.

Supongamos que Industrial de Elevación buscara como motivación comercial el transmitir a sus clientes que podrían amortizar el producto por su finalidad de ahorro energético, esto lleva a realizar los siguientes cálculos: partiendo de un coste del





**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECÁNICOS**

producto en el mercado de aproximadamente unos 50, 00€ (es decir: Coste del producto + 20% de beneficio industrial, aprox.)

- ¿En cuánto tiempo podría el cliente amortizar la inversión de su compra?
- ¿Sería un tiempo razonable y por tanto interesante comercialmente su venta?

Meses(*) en uso del ascensor(**)	Coste acumulado con RTF (€)	Coste acumulado sin RTF (€)	Coste amortizado en el tiempo con el sistema RTF
	Coste energético = 0,0078 €/h	Coste energético = 0,0242 €/h	
1	0,107€	0,332€	0,225€
2	0,214€	0,664€	0,45€
3	0,321€	0,996€	0,675€
4	0,428€	1,328€	0,9€
5	0,535€	1,660€	1,125€
...	...	...	...
52	5,564€	17,264€	11,7€
53	5,671€	17,596€	11,925€
...	...	...	...
98	10,486€	32,536€	22,05€
...	...	...	...
175	32,536€	58,100€	39,375€
176	18,832€	58,432€	39,6€
...	...	...	...
220	23,54€	73,04€	49,5€
221	23,647€	73,372€	49,725€
222	23,754€	73,704€	49,95€
<b>223</b>	<b>23,861€</b>	<b>74,036€</b>	<b>50,175€</b>

Figura 61

Tabla para la extrapolación de los resultados del prototipo a una amortización en el tiempo del RTF

(\*)Suponiendo meses de 30 días

(\*\*)Suponiendo que durante los 13 días de las pruebas se usó 5,95 horas, para 30 días el uso habría sido proporcionalmente de 13,73 horas





**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

Como se puede apreciar, se necesitarían 223 meses de uso con las condiciones especificadas, para que el cliente amortizara el sistema RTF.

Podemos concluir que, con un uso del ascensor moderado como es el caso del aparato instalado en dúplex en la comunidad elegida para la prueba y un precio en el mercado de unos 50,00€ es inadmisibile, comercialmente hablando, valorar el producto como un elemento amortizable por el ahorro energético que produce en el sistema completo aunque, quizá en ascensor de edificios de pública concurrencia como centros comerciales, hospitales o similares, las pruebas podrían arrojar resultados algo más favorables. De todos modos, lo que sí es seguro es que, asumiendo los costes bajo el total del precio de una maniobra completa (en torno a los 2.000,00€) y teniendo en cuenta la necesidad de las reducciones de consumo eléctrico para una mayor eficiencia energética, se piensa en la necesidad de incorporar dicho elemento a la partida eléctrica del ascensor de serie, suponiendo asumible el coste y pensando siempre en que es un elemento de desarrollo propio.

De esta manera queda patente el hecho de que no sea interesante el incorporar un sistema externo como el CDF9 de *Leroy Sommer* que se explicó anteriormente en productos ya patentados y disponibles comercialmente en el capítulo 2, donde los costes se elevan exponencialmente y además no es de manufactura propia.





PROYECTO FIN DE CARRERA, ITI ELECTRÓNICA INDUSTRIAL

**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

---





**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

---

## **6. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS**

### **6.1. CONCLUSIONES**

Desde Industrial de Elevación, S.A. se piensa que: cualquier mejora posible en nuestro producto, que sea capaz de conseguir un ahorro energético en el cliente final y, a la vez mejor el rendimiento del ascensor completo, siempre es un avance y, el sistema RTF lo cumple. Si bien es cierto que la reducción en el coste final energético no es considerablemente grande (comparado con la iluminación del ascensor o el sistema tractor gearless, como ya se vio) se puede apreciar disminución en el consumo eléctrico que realmente dependerá del uso del aparato pero, donde es mayor el impacto del RTF es en el trato que recibirán elementos como la bobina del freno durante el uso ordinario del ascensor: en cuestión de temperaturas nominales de funcionamiento y, por ello en su vida útil quizá el RTF suponga a la larga un ahorro en costes derivados de reparaciones preventivas de mantenimiento que sí sean de consideración para el cliente final y, si a este no se le repercute ningún coste directo por su montaje o inclusión futura de serie, se cree bastante interesante el estudio realizado.

Para solventar el problema de la retroalimentación de la bobina del freno por efecto del ciclo cerrado del diodo paralelo a la salida, se coloca un diodo tipo BY255 según fabricante. Dicho componente no supondría un coste notable en el conjunto y sí solucionaría muchas de las inestabilidades de salida del freno en función de la llamada, produciendo retardos en el frenado del ascensor, que deberían ser corregidos desde mecánica (cambiando los imanes de parada) y placa de maniobra de gestión.

Cabe resaltar que habría sido posible conseguir un equipo con mayores prestaciones, pero el objetivo es conseguir un circuito simple que cumpla con los datos de partida, el menor coste posible y con garantías de un funcionamiento seguro, para lo cual se han eliminado todos los componentes superfluos.

Siendo el sistema RTF un elemento que en ningún caso supondrá una diferenciación respecto de la competencia, esto no es lo que se busca, se piensa que: siendo importante la mejora que produce en la disminución del desgaste d elementos activos como la bobina del freno, deberíamos incluirlo en la partida electrónica de ascensor completo para comercializar el conjunto y sumar así las ventajas de dicha placa.

La idea principal del sistema RTF, como ya se ha dicho, no es comercialmente conseguir un producto que se pueda comercializar con el fin de que el cliente final ahorre considerablemente en la factura de la luz pero, si es cierto (y ese es uno de los propósitos principales del sistema) que gracias a su implementación dentro de la







**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

maniobra completa, se puede lograr que elementos tales como el freno y su bobina tengan una mayor duraci3n. Siendo que la tensi3n que se la aplica no es tan elevada, el calentamiento no es tan grande y eso, con los constantes usos de marcha – paro que sufre un motor de ascensor puede suponer un ahorro y un mantenimiento mucho m1s baratos.

Se debe pensar que el sistema de reducci3n en la tensi3n del freno es una de las mejoras que se est1n llevando a cabo en la nueva evoluci3n electr3nica de los ascensores de Industrial de Elevaci3n, S.A. Lo que debe dar idea del camino que se pretende llevar desde esta y otras empresas del sector en materia de ahorro energ3tico y producci3n de m1quinas m1s sostenibles.

## **6.2. TRABAJOS FUTUROS A DESARROLLAR Y OTRAS VALORACIONES**

El sistema RTF en un futuro a medio plazo se pretende poder incluirlo dentro de la propia placa ELE01® de maniobra de control electr3nico del ascensor.

La implementaci3n de nuestro prototipo dentro de la placa completa podr1a suponer, seg1n estudios iniciales desarrollados, hasta un 40% del coste final ya que, al propio coste de la placa deber1amos eliminar el ensamblado de los componentes y la colocaci3n de los *jumper* de conexi3n de entrada y salida, los cuales estar1an ya conectados mediante pistas internas a las se1ales de alimentaci3n desde el puente rectificador y al bornero del freno.

Adem1s se quiere investigar acerca del almacenamiento de la energ1a que desprende el freno motor en una serie de acumuladores (*supercondensadores*). Este punto se encuentra en desarrollo t3cnico por lo que su posible implantaci3n puede referirse a largo plazo.





**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECÁNICOS**

---

ANEXOS A DOCUMENTO TÉCNICO DEL PFC

Anexo 1

Documento contractual Inelsa Zener – ITA para la realización de los ensayos del RTF

Anexo 2

Date Sheet del sistema CDF9 de Leroy Sommer

Anexo 3

Extracto de líneas de código de programación del micro Attiny13A del RTF

Anexo 4

Documento completo de entrega de los ensayos en el ITA para la obtención del marcado CE del sistema RTF

Anexo 5

Extractos recogidos del “Manual de la maniobra ELE01® de Inelsa Zener





SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSION EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECA'NICOS

Anexo 1

Documento contractual Inelsa Zener – ITA para la realización de los ensayos del RTF



CONTRATO

Código: C/111248  
Página: 1 de 4  
Versión 1

Laboratorio: Ensayos y Calibraciones  
Contacto ITA: Susana Franco  
E-Mail: sfranco@ita.es  
Tfno: 976 01 10 92  
Fax: 976 01 18 89

INDUSTRIAL DE ELEVACION, S.A.  
PG Ind. Cogullada. CL Juan de la Cierva, nº 31  
50014 Zaragoza

Fecha emisión: 05/05/11

Tfno: 976 30 25 25  
Fax: 976 30 25 26

Contacto: Carlos Garrido  
Cargo: Dpto. de Ingeniería  
Tfno: 976302525; 876762039  
Fax: 976 30 25 26  
E-Mail: cgarrido@inelsazener.com

Título: Ensayos EMC en maniobra para ascensor

Cant.	SERVICIO
1	EMC EMISION RADIADA EN 55011
1	EMC TENSION PERTURBADORA EN 55011
1	EMC DESCARGAS ELECTROSTATICAS EN 61000-4-2
1	EMC INMUNIDAD RADIADA EN 61000-4-3
1	EMC INMUNIDAD RADIADA(1 A 2 GHZ)
1	EMC TRANSITO. RAPIDOS RAFAGAS EN 61000-4-4 (Alimentación)
1	EMC TRANSITO. RAPIDOS RAFAGAS EN 61000-4-4 (Señal)
1	EMC INMUNIDAD CONDUCTIDA EN 61000-4-6 (Alimentación)
1	EMC INMUNIDAD CONDUCTIDA EN 61000-4-6 (Señal)
1	EMC ONDAS DE CHOQUE.SURGE TRANS.EN 61000-4-5. MONOFÁSICO
1	EMC VARIACIONES E INTERRUPCIONES AC EN 61000-4-11
1	EMC-INFORME DE ENSAYO

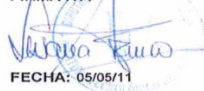
Plazo de entrega  
de resultados

Observaciones

05/05/11 Ensayos EMC en maniobra para ascensor según EN12015:2004 y EN 12016

Nota 1.- El equipo se suministrará tal y como vaya a ser puesto en el mercac

FIRMA ITA

  
FECHA: 05/05/11

REMITIR ACEPTACIÓN

LOPD: Sus datos personales están incluidos en el fichero de clientes con la finalidad de gestión de clientes (elaboración de contratos, convenio o prestación de servicios, publicidad, fidelización y encuestas de opinión / satisfacción. Podrá ejercitar sus derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición ante el responsable del fichero: ITA, AJA: Responsable de Seguri

INSTITUTO TECNOLÓGICO D  
CL MARIA DE LUNA Nº 7-8 - 50018 Zaragoza - Tel.976 01 00 00 - Fax



# SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSION EN LA BOBINA DEL FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES ELECTROMECA'NICOS

## Anexo 2

### Date Sheet del sistema CDF9 de Leroy Sommer

## Boitier d'alimentation de frein CDF 9 Boost supply for DC brake

#### PRINCIPE:

The CDF9 booster allows to feed one or several DC brakes directly from the AC power supply. Two functions are integrated in the sequence: A 1s over voltage time is applied on the electromagnets of the brakes to ensure a fast response time. Then this voltage is reduced sufficiently to ensure the brakes to stay on position and to reduce the heating of the coils.

#### MECHANICAL DATA:

Mounting: DIN RAIL Ref EN50022 – NFC 63015 – DIN 46277-35  
Protection: IP20 (connector excluded)  
Ambient temperature: -16°C to 55°C (-25°C to 85°C with derating)  
Relative humidity: 98% max (without condensation)  
Storage temperature: -40°C to 100°C  
Shocks: < 100m/s<sup>2</sup> 16ms (IEC 60 068-2-29)  
Vibrations: < 5m/s<sup>2</sup> 10...150Hz (IEC 60 068-2-6)  
Terminal cross section: max 2.5 mm<sup>2</sup>  
Weight: 200g

#### ELECTRICAL DATA:

AC supply: 220V to 480V (-15%; +6%)  
DC boost output: 0.90x (AC supply)  
207V dc for 230V ac  
104V dc for 110V ac  
Maximum current: 3.5 A RMS (5s integration)  
Boost time: 1000ms  
Starting delay: 15ms max

#### IMPORTANT:

For hoisting or when a faster acting brake is needed, DC switching should be added (see contacts 3 and 4 on diagram).

#### PRINCIPE:

La carte CDF9 permet d'alimenter un ou plusieurs freins à courant continu directement à partir du réseau alternatif. Deux fonctions sont intégrées dans cette séquence automatique. Un temps de dopage de 1s est appliqué afin de réduire le temps de réponse du frein puis une tension de maintien plus réduite permet aux freins de rester attirés tout en réduisant l'échauffement des bobines.

#### DONNEES MECANIQUES:

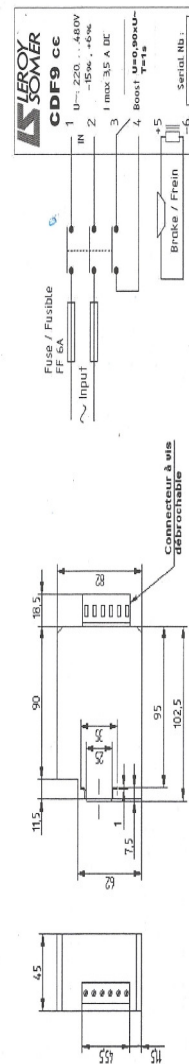
Montage: DIN RAIL ref EN50022 – NFC 63015 – DIN 46277-35  
Protection: IP20 (connecteur débrochable exclu)  
Température ambiante: -16°C à 55°C (-25°C à 85°C avec un déclassement)  
Humidité relative: 98% max (sans condensation)  
Température de stockage: -40°C à 100°C  
Chocs: < 100m/s<sup>2</sup> 16ms (CEI 60 068-2-29)  
Vibrations: < 5m/s<sup>2</sup> 10...150Hz (CEI 60 068-2-6)  
Section de raccordement des câbles: max 2.5 mm<sup>2</sup>  
Poids: 200g

#### DONNEES ELECTRIQUES:

Alimentation alternative: 220V à 480V (-15%; +6%)  
Tension de dopage (DC): 0.90x tension d'entrée  
207V dc pour 230Vac  
Tension de maintien (DC): 0.45x tension d'entrée  
104V dc pour 110Vac  
Courant maximum: 3.5 A RMS (5s d'intégration)  
Temps de dopage: 1000ms  
Temps de démarrage du dopage: 15ms max

#### IMPORTANT:

Pour les applications de levage ou lorsqu'un temps de retombée rapide du frein est souhaité, la coupure sur le continu doit être mise en œuvre (voir les bornes 3 et 4 sur le diagramme).



T420 D042a - Fiche technique CDF9 – 08/01/2009



**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECÁNICOS**

Anexo 3

Extracto (no completo, por cuestión industrial) de líneas de código de programación  
del micro Attiny13A del RTF

```
.include "tn13adef.inc"                ;inicialización de variables
.def  cntp=r19
.def  cnt=r20
.def  cnt0=r21
.def  cnt1=r22
.def  ad=r23                          ;valor del convertidor a/d
.org  $0000
    rjmp reset                        ;reset
    rjmp reset
    rjmp reset                        ;pcint0
    rjmp reset
    rjmp reset                        ;ee_rdy
    rjmp reset                        ;ana_comp
    rjmp reset                        ;tim0_compa
    rjmp reset                        ;tim0_compb
    rjmp reset                        ;wdt
    rjmp reset                        ;adc

INICIO DEL PROGRAMA
reset: ldi r16,low(RAMEND)             ;Load low byte address of end of RAM into
register R16
    out  SPL,r16                      ;Initialize stack pointer to end of internal
    RAM
    cli                              ;deshabilitamos las interrupciones
    ldi r16,0b00100001
    out admux,r16                    ;referencia interna de uso de inicialización
    ldi r16,0b10000101                formato adch, pb2 a/d
    out adcsra,r16                    ;adc enable, sin interrupciones, div32
    ldir24,0b00111011                150Khz
    out  portb,r24                    ;pb0,4,5 salida, define pull-up and output
    ldi r24,0b00111001                high, pb1 entrada c/pull-up
    out ddrb,r24
    ldi r24,0b01000000
    out mcucr,r24
    ldi r24,0b00000000
    out gimsk,r24
```





**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

```
ldi cntp,0x00
sei
BUCLE DE ARRANQUE SUAVE DE 0 A 100%
ldi cnt,0xff          ;bucle menor
ldi ad,0x00           ;inicio con tensión0
bucle: dec cnt         ;rampa tensión inicio
inc ad               ;aquí salida a off

rcall saca0
mov cnt0,ad          ;desde 0 a ad
inc cnt0
bucle0: dec cnt0       ;bucle tiempo salida a 0
cpi cnt0,0x00
brne bucle0

rcall saca1

mov cnt0,ad          ;desde 255-ad (r23)
ldi r25,0xff
sub r25,cnt0
mov cnt0,r25
bucle1: dec cnt0       ;bucle tiempo salida a 1
cpi cnt0,0x00
brne bucle1
cpi cnt,0x00         ;bucle menor
brne bucle

BUCLE DE 2 SEGUNDOS EN ON
rcall saca1          ;por si acaso
ldi cnt1,0x16        ;bucle mayor, uno solo no es suficiente
;2,09 segundos
bucl10: dec cnt1
ldi cnt0,0xff
bucl20: dec cnt0
ldi cnt,0xff
bucl30: dec cnt
nop
nop
nop
cpi cnt,0x00         ;bucle menor
brne bucl30
cpi cnt0,0x00        ;bucle medio
brne bucl20
cpi cnt1,0x00        ;bucle mayor
```





SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS

```
buc:    brne    bucl10
        ldi     ad,0b01111111    ;valor inicial
        in      r16,adcsra        ;inicio conversion a/d
        ori     r16,0b01000000
        out     adcsra,r16
        rcall   ;saca1
        mov     cnt,ad
        inc     cnt
buc0:   dec     cnt
        cpi     cnt,0x00
        brne    buc0
        rcall   saca0
        mov     cnt,ad
        ldi     cnt0,0b01111111
        sub     cnt0,cnt          ;quita cnt a 01111111
        mov     cnt,cnt0
        inc     cnt
buc1:   dec     cnt
        cpi     cnt,0x00
        brne    buc1
        in      ad,adch           ;carga el valor
        ror     ad                ;reduce al valor a la mitad
        ror     ad
        andi    ad,0b00111111     ;por si acaso habia algo en el carry
        ldi     r16,0b00011111
        add     ad,r16
        in      r16,adcsra        ;inicio nueva conversi3n a/d
        ori     r16,0b01000000
        out     adcsra,r16
        rjmp    buc

ZONA DE SUBROUTINAS
saca1:  in      r24,portb
        ori     r24,0b00100000
        ori     r24,0b00111000
        out     portb,r24
        ret

saca0:  in      r24,portb
        andi    r24,0b11001111
        andi    r24,0b11000111
        out     portb,r24

        ret
```







## PROYECTO FIN DE CARRERA, ITI ELECTRÓNICA INDUSTRIAL

### SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES ELECTROMECÁNICOS

#### Anexo 4

Documento completo de entrega de los ensayos en el ITA para la obtención del marcado CE del sistema RTF

**ita** C/1112481  
Página 3 de 26 (+ 2 anexos)

**DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO SOMETIDO A ENSAYO**

Equipos sometidos a ensayo

Código de muestra: C/1112481  
Tipo de ESE: Circuito reductor de tensión de freno  
Uso del ESE: Ascensores  
Modelo: Placa Manobra ELESTIE  
Fabricante: INDUSTRIAL DE ELEVACION, S.A.

Especificaciones del equipo sometido a ensayo

**Características técnicas manobras:**  
Tensión nominal: Monofásica 230V.  
Intensidad nominal: 1 A  
Potencia: 100 W

**Características de la carga utilizada:**  
Freno motor: OCIO, Tipo O-30  
Tensión del motor: 190 DCV  
Resistencia: 188 Ohm  
Intensidad:

Por página

**ita** C/1112481  
Página 3 de 26 (+ 2 anexos)

**CONDICIONES GENERALES DE ENSAYO**

Incertidumbre de medida de ensayo

La incertidumbre expresada de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%. Se han estimado a partir de los componentes de incertidumbre de los equipos utilizados, del procedimiento de medida, de la componente a medir y de las condiciones ambientales. La incertidumbre expresada corresponde al momento de la medida.

Condiciones de operación durante el ensayo definidas por el fabricante. Descripción funcional.

Equipo alimentado a 230V / 50 Hz, utilizando como carga un freno motor tipo O-30.



El equipo sometido a ensayo

La placa está diseñada para funcionar conectada a un cuadro eléctrico de maniobra de ascensor y únicamente puede funcionar junto con el cuadro de maniobra, por tanto en los ensayos se le aplicaron los márgenes correspondientes a la maniobra de ascensor, no a los de elemento suelto.

Está previsto que por razones de seguridad, en caso de fallo, corte, transitorio..., el equipo puede reiniciarse y volver a arrancar dando el 100% de la tensión nominal. Los riesgos se derivan de que en caso de microcortes de tensión, la tensión suministrada a la bobina puede ser insuficiente para volver a activar el freno de la máquina, lo cual puede provocar la pérdida del ascensor con personas en el interior de la cabina, se vuelve a suministrar el 100% de la tensión para volver a activar el freno y se vuelve a conectar.

Por página

**ita** C/1112481  
Página 4 de 26 (+ 2 anexos)

**Criterio de evaluación de los resultados de ensayo según las normas de producto**

**Criterio de prestación A:** El aparato/conjunto de aparatos debe continuar funcionando como está previsto. Cuando el aparato o conjunto de aparatos sea utilizado según lo previsto, no se permite ninguna degradación de prestación o pérdida de función por debajo de un nivel de prestación especificado por su fabricante. Si el nivel mínimo de prestación o la pérdida de prestación permitida no es especificado por el fabricante, entonces cualquiera de ellos puede derivarse de la descripción y la documentación del producto y de lo que el usuario puede razonablemente esperar del aparato o conjunto de aparatos si se utiliza según lo previsto.

**Criterio de prestación B:** El aparato/conjunto de aparatos debe continuar operativo según lo previsto normalmente después del ensayo. Cuando el aparato o conjunto de aparatos sea utilizado según lo previsto, no se permite ninguna degradación de prestación o pérdida de función por debajo de un nivel de prestación especificado por su fabricante. En algunos casos, el nivel de prestación puede reemplazarse por una pérdida de prestación permitida. Durante el ensayo, la degradación de la prestación es, sin embargo, permitida. No se permite ningún cambio de estado de funcionamiento real o de los datos almacenados. Si el nivel mínimo de prestación o la pérdida de prestación permitida no es especificado por el fabricante, entonces cualquiera de ellos puede derivarse de la descripción y la documentación del producto y de lo que el usuario puede razonablemente esperar del aparato o conjunto de aparatos si se utiliza según lo previsto.

**Criterio de prestación C:** No se aplica.

**Criterio de prestación D:** El aparato/conjunto de aparatos y el (los) componente(s) de seguridad asociado(s) deben de continuar funcionando según lo previsto. No se permite ninguna degradación de prestaciones o pérdida de función que no sea un fallo dentro de un modo seguro.

**Criterio de evaluación de los resultados de ensayo según las normas básicas**

a) funcionamiento normal en los límites especificados por el fabricante, el demandante del ensayo o el comprador.  
b) pérdida temporal de función o degradación temporal del funcionamiento que cesa después de la desaparición de la perturbación; el equipo sometido a ensayo vuelve entonces a su funcionamiento normal sin intervención del operador.  
c) pérdida temporal de función o degradación temporal de funcionamiento que necesita la intervención del operador.  
d) pérdida de función o degradación del funcionamiento no recuperable, debido a un fallo del equipo o soporte lógico, o a una pérdida de datos.

Por página

**ita** C/1112481  
Página 5 de 26 (+ 2 anexos)

**Normas aplicables, básicas o de producto a aplicar:**

EN 12015:2004 Compatibilidad electromagnética. Norma de familia de productos para ascensores, escaleras mecánicas y andenes móviles. Emisión.

EN 12016:2004+A1:2008 Compatibilidad electromagnética. Norma de familia de productos para ascensores, escaleras mecánicas y andenes móviles. Inmunidad.

EN 55011:2007 Límites y métodos de medida de las características relativas a las perturbaciones radioeléctricas de los aparatos industriales, científicos y médicos (ICM) que producen energía en radiofrecuencia.

EN 55011A2:2007 Límites y métodos de medida de las características relativas a las perturbaciones radioeléctricas de los aparatos industriales, científicos y médicos (ICM) que producen energía en radiofrecuencia.

EN 61000-4-2:1995; Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y medida. Sección 2: Ensayos de inmunidad a las descargas electrostáticas.

EN 61000-4-2A1:1998; Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y medida. Sección 2: Ensayos de inmunidad a las descargas electrostáticas.

EN 61000-4-2A2:2001; Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y medida. Sección 2: Ensayos de inmunidad a las descargas electrostáticas.

EN 61000-4-2:2004 ERRATUM Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y medida. Sección 2: Ensayos de inmunidad a las descargas electrostáticas.

EN 61000-4-3:2006; Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida. Sección 3: Ensayos de inmunidad a los campos electromagnéticos radiados de radiofrecuencia.

EN 61000-4-4:2004 Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y medida. Sección 4: Ensayos de inmunidad a los transitorios eléctricos rápidos en ráfaga.

EN 61000-4-5:2006; Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida. Sección 5: Ensayos de inmunidad a las ondas de choque.

Por página



# SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSION EN LA BOBINA DEL FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES ELECTROMECAÑICOS

**ita** C/11124811  
Página 6 de 28 (+ 2 anexos)

EN 61000-4-6:2009 Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida. Sección 6: Inmunidad a las perturbaciones conducidas, inducidas por los campos de radiofrecuencia.

EN 61000-4-11: 2004. Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida. Sección 11: Ensayos de inmunidad a los campos de tensión, interrupciones breves y variaciones de tensión.

Por duplicado

**ita** C/11124811  
Página 7 de 28 (+ 2 anexos)

**RESULTADOS DE ENSAYO**

Entidad	Categoría ensayo	Tipos de ensayo	Rango de frecuencia	Nivel	Centro de ensayo (Norma)	Centro de ensayo (Norma)	Norma de referencia (procedimiento)	Resultado del ensayo
Linea de alimentación	Inmunidad	Tensión perturbadora en bornes	150 kHz - 20 MHz	-	-	-	EN 61000-4-6:2009	C
Emisor	Inmunidad	Emisor radiado	30 MHz - 10 GHz	-	-	-	EN 61000-4-3:2006	C
Emisor	Inmunidad	Inmunidad a campos electromagnéticos	80 MHz - 10 GHz	3	A	A	EN 61000-4-3:2006	C
Emisor	Inmunidad	Inmunidad a campos electromagnéticos	80 MHz - 10 GHz	2	B	A	EN 61000-4-3:2006	C
Linea señal	Inmunidad	Inmunidad a las perturbaciones conducidas en el cable	-	2	B	A	EN 61000-4-6:2009	C
Linea de alimentación	Inmunidad	Inmunidad a las perturbaciones conducidas en el cable	0,15 - 10 MHz	2	A	A	EN 61000-4-6:2009	C
Linea de alimentación	Inmunidad	Inmunidad a las perturbaciones conducidas en el cable	0,15 - 10 MHz	2	A	A	EN 61000-4-6:2009	C
Linea de alimentación	Inmunidad	Inmunidad a las perturbaciones conducidas en el cable	0,15 - 10 MHz	2	A	A	EN 61000-4-6:2009	C

Según especificación. C ESE cumple con las especificaciones técnicas. N.A. ensayo no aplicable a esa entrada.

Por duplicado

**ita** C/11124811  
Página 8 de 28 (+ 2 anexos)

**TENSION PERTURBADORA EN BORNES DE ALIMENTACIÓN**

Condiciones ambientales

Temperatura: 23,0 °C

Humedad relativa: 49,3 %

Presión atmosférica: 991,6 mbar

Equipos de ensayo

Equipo de ensayo	Marca	Modelo	Nº serie
Receptor de EMI	ROHDE & SCHWARZ	ESB26	100133
LISI	ROHDE & SCHWARZ	ENV216	3550.6550.02
Cámara semianecoica	FRANKONA	Cost Server	-
Multímetro	SOAR	4050	60C82676
Transmisor	CHAVES	ASH	-
Cables BNC	-	-	-
Cable flexible de 0,8 m de longitud	-	-	-
Mesa de madera de 0,8 m de altura	-	-	-

Procedimiento de ensayo

Según EN 55011:2007 y EN 55011A2:2007.

Datos de ensayo

Clase de la muestra: ☒ A

Rango de frecuencias: 150 kHz - 30 MHz

Equipo alimentado a 230V / 50 Hz, utilizando como carga un freno motor tipo O-30.

Por duplicado

**ita** C/11124811  
Página 9 de 28 (+ 2 anexos)

**Configuración de la muestra para el ensayo**

Resultados del ensayo

Gráficos con el título y adjuntos en el ANEXO I:

C11124811-4. Tensión perturbadora en bornes alimentación L CUMPLE con EN 55011:2007 y EN 55011A2:2007.

C11124811-N Tensión perturbadora en bornes alimentación N CUMPLE con EN 55011:2007 y EN 55011A2:2007.

Observaciones

La incoherencia de la medida es 1,3, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100.

Límites de emisión conformes con EN 13016:2004

Por duplicado

## SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES ELECTROMECAÑICOS

**ita** C/11124811  
Página 10 de 28 (+ 2 anexos)

**EMISIÓN RADIADA (\*)**  
(\*) "Los ensayos marcados no están incluidos en el alcance de acreditación"

**Condiciones ambientales**  
Temperatura: 22,9 °C  
Humedad relativa: 49,3 %  
Presión atmosférica: 992,1 mbar

**Equipos de ensayo**

Equipo de ensayo	Marca	Modelo	Nº serie
Receptor de EMI	ROHDE & SCHWARZ	ES808	100133
Cámara semianecoica	FRANKOWIA	Coel Saver	-----
Antena biconoeléctrica	ETS	3142B	1407
Mástil de antena	EMCO	2075	6715-2125
Plataforma giratoria	EMCO	2085	6715-2032
Controlador de mástil	EMCO	2080	6712-1284
Multímetro	SOAR	4950	90CR2676
Fluorómetro	CHAVES	ASH	-----
Mesa de madera de 0,8 m de altura	-----	-----	-----


**Procedimiento de ensayo**  
Según norma EN 55011:2007, EN 55011A2:2007.

**Datos de ensayo**  
Distancia antena: 3 metros  
Clase de la muestra: ☒ A ☐ B

Rango de frecuencias: 30 MHz - 1 GHz  
Configuración de la muestra y modo de funcionamiento para el ensayo:  
Equipo alimentado a 230V / 50 Hz, utilizando como carga un motor tipo O-30.

Firma página

**ita** C/11124811  
Página 11 de 28 (+ 2 anexos)



Dispositivo sujeta para el ensayo de emisión radiada 0°

**Observaciones:** Ángulo de giro de la mesa 0°. Posición inicial

**Resultados del ensayo**  
Gráficos con el título y adjuntos en el ANEXO II:

Posición peor caso: -Horizontal a 270° y antena a 150 cm.  
-Vertical a 0° y antena a 100 cm.

C11124811-H Emisión radiada (polarización horizontal) CUMPLE con EN 55011:2007 y EN 55011A2:2007

C11124811-V Emisión radiada (polarización vertical) CUMPLE con EN 55011:2007 y EN 55011A2:2007

**Observaciones**  
La incertidumbre de la medida es ± 4,79 dB.

Límites de emisión conformes con EN 55011:2007

Firma página

**ita** C/11124811  
Página 12 de 28 (+ 2 anexos)

**INMUNIDAD A DESCARGAS ELECTROSTÁTICAS**

**Condiciones ambientales**  
Temperatura: 23,0 °C  
Humedad relativa: 47,5 %  
Presión atmosférica: 991,9 mbar

**Equipos de ensayo**

Equipo de ensayo	Marca	Modelo	Nº serie
Pistola de descargas electrostáticas	EMC Partner	ESD3000	138
Punta descarga contacto	EMC Partner	ESD3000	-----
Punta descarga aire	EMC Partner	ESD3000	-----
Piano de referencia a tierra (P.R.T.)	-----	-----	-----
Piano de masa puesto	-----	-----	-----

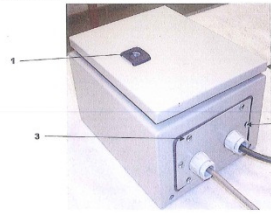
**Procedimiento de ensayo**  
Según norma EN 61000-4-2:1996, EN 61000-4-2A1:1998, EN 61000-4-2A2:2001, EN 61000-4-2:2004

**Datos de ensayo**  
Equipo alimentado a 230V / 50 Hz, utilizando como carga un motor tipo O-30.

Firma página

**ita** C/11124811  
Página 13 de 28 (+ 2 anexos)

**Configuración de la muestra y modo de funcionamiento para el ensayo:**



Puntos de aplicación en cuadro. Lateral y frontal

Tensión de ensayo: 4 kV  
Nivel de severidad: Especial  
Tipo de aplicación: Contacto

Punto de aplicación	Polaridad Pos. Neg.	Número de descargas	Intervalo de repetición (s)		Resultado	
			No	Si	Fallo	Observaciones
1	X	10	1	X		
2	X	10	1	X		
3	X	10	1	X		
4	X	10	1	X		

Tensión de ensayo: 8 kV  
Nivel de severidad: Especial  
Tipo de aplicación: Aire

Punto de aplicación	Polaridad Pos. Neg.	Número de descargas	Intervalo de repetición (s)		Resultado	
			No	Si	Fallo	Observaciones
1	X	10	1	X		
2	X	10	1	X		
3	X	10	1	X		
4	X	10	1	X		

Firma página

## SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSION EN LA BOBINA DEL FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES ELECTROMECAÑICOS

**ita** C/11124811  
Página 14 de 28 (+ 2 anexos)

**Efectos observados**

Efectos observados sobre la muestra durante la aplicación de la perturbación: Ninguno.

Efectos observados sobre la muestra después la aplicación de la perturbación: Ninguno.

**Resultado del ensayo**

La muestra CUMPLE con EN 61000-4-2:1995, EN 61000-4-2/A1:1998, EN 61000-4-2/A2:2001, EN 61000-4-2:2004 erratum.

La muestra es inmune a los descargas electrostáticas de  $\pm 4\text{ kV}$  aplicadas directamente sobre el equipo y de  $\pm 8\text{ kV}$  aplicadas en el aire, con un criterio de aceptación A.

La muestra cumple con los requisitos técnicos establecidos y no se convierte en peligrosa o insegura por la realización del ensayo.

**Observaciones**

Disposición de los puntos de aplicación:

Punto 1: Cierre caja.

Punto 2: Esquina inferior derecha.

Punto 3: Tornillo superior izquierdo. Tapa mesa cabina.

Punto 4: Tornillo inferior derecho. Tapa mesa cabina.

Niveles de ensayo: EN 12018:2004

Firma de página

**ita** C/11124811  
Página 15 de 28 (+ 2 anexos)

**INMUNIDAD A CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS RADIADOS**

**Condiciones ambientales**

Temperatura:  $23,0\text{ }^{\circ}\text{C}$

Humedad relativa:  $50,0\text{ }\%$

Presión atmosférica:  $991,0\text{ mbar}$

**Equipos de ensayo**

Equipo de ensayo	Marca	Modelo	Nº serie
Cámara semianecoica	FRANKONIA	Cost Server	---
Generador de señal RF	ROHDE & SCHWARZ	SMR20	101369
Amplificador de radiofrecuencia	AR	250W/1000A	304130
Amplificador de radiofrecuencia	AR	80S1G4A	0327287
Antena biconilogperiódica	ETS	3142B	1907
Mástil de antena	EMCO	2075	9712-2125
Mesa de madera de $0,8\text{ m}$ de altura	---	---	---
Plataforma giratoria	EMCO	2085	9712-2032
Controlador posición	EMCO	2080	9712-1294
Multímetro digital	SOAR	4050	90C82679
Flexómetro	CHAVES	AHS	---

**Procedimiento de ensayo**

Según norma EN 61000-4-3:2006

**Datos del ensayo**

Muestra: ☒ sobre mesa ☐ sobre suelo

Nivel de ensayo: 3

Intensidad de campo a aplicar (V/m): 10

Polarización de la antena: ☒ Horizontal ☐ Vertical

Margen de frecuencias:  $80\text{ MHz} - 2\text{ GHz}$

Velocidad de barrido de la frecuencia:  $1,5\text{ decadas/min}$

Tiempo de permanencia:  $1000\text{ ms}$

Paseo de frecuencia:  $1\%$  de la frecuencia de ensayo

Nº y tipo de cable de interconexión: Uno de antena de ensayo

Uso de conexión a la máquina

**ita** C/11124811  
Página 16 de 28 (+ 2 anexos)

**Observaciones:**

Todas las caras de la muestra han sido expuestas al campo electromagnético.

**Configuración de la muestra y modo de funcionamiento para el ensayo:**

Equipo alimentado a  $230\text{ V} / 50\text{ Hz}$ , utilizando como carga un freno motor tipo O-30.

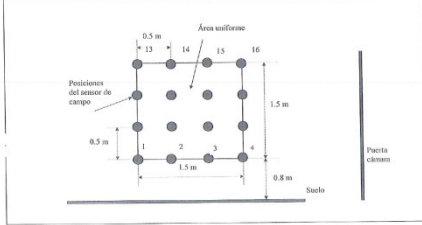


Disposición de la muestra para la realización del ensayo.

Firma de página

**ita** C/11124811  
Página 17 de 28 (+ 2 anexos)

**VERIFICACIÓN DEL CALIBRADO DEL ÁREA UNIFORME:**



**Punto de colocación del sensor de campo**

	6	7
Polarización de la antena	VERTICAL / HORIZONTAL	VERTICAL / HORIZONTAL
Margen de frecuencias	$80\text{ MHz} - 1\text{ GHz}$ $1\text{ GHz} - 2\text{ GHz}$	$80\text{ MHz} - 1\text{ GHz}$ $1\text{ GHz} - 2\text{ GHz}$
Denominación de la verificación	TestTV_10V_10_in61000 / TestH_10H_10_in61000 / TestTV_10V_10_in61000 / TestH_10H_10_in61000	TestTV_10V_10_in61000 / TestH_10H_10_in61000 / TestTV_10V_10_in61000 / TestH_10H_10_in61000
Verificación	PASA	PASA

Firma de página

# SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES ELECTROMECAÓNICOS



C/11124811  
Página 18 de 28 (+ 2 anexos)

## Efectos observados

Efectos observados sobre la muestra durante la aplicación de la perturbación: Ninguno  
Efectos observados sobre la muestra después de la aplicación de la perturbación: Ninguno  
Duración durante la que los efectos han persistido: Ninguno

## Resultados del ensayo

La muestra CUMPLE con EN 61000-4-3:2008

La muestra es inmune a las perturbaciones electromagnéticas radiadas 80MHz - 2GHz para un nivel de ensayo 3, con un criterio de aceptación A.

La muestra cumple con los requisitos técnicos establecidos según las especificaciones del fabricante y no se convierte en peligrosa o insegura por la realización del ensayo.

## Observaciones

Niveles de ensayo acordes con EN 12016:2004

Foto de página



C/11124811  
Página 19 de 28 (+ 2 anexos)

## INMUNIDAD A TRANSITORIOS ELÉCTRICOS EN RÁFAGAS

### Condiciones ambientales

Temperatura: 23,1 °C  
Humedad relativa: 48,5 %rh  
Presión atmosférica: 992,3 mbar

### Equipos de ensayo

Equipo de ensayo	Marca	Modelo	Nº serie
Generador de transitorios rápidos en ráfagas	HAFFELY	PEFT 90.1	093 317-04
Red de acoplamiento / desacoplamiento	HAFFELY	FP 103-1	082 632-008
Plano de tierra	CHAVES	ASH1	.....
Mesa de madera de 0,8 m de altura	.....	.....	.....
Cámara semianecoica	FRANKONIA	Cost Sever	.....
Cable coaxial	.....	.....	.....
Base de conexión	.....	.....	.....
Cable alimentación	.....	.....	.....

### Procedimiento de ensayo

Según norma EN 61000-4-4:2004

### Datos de ensayo

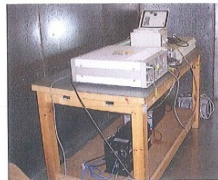
Nivel de ensayo: 2  
Tensión aplicada: 1kV Alimentación; 0,5 kV señal  
Polaridad: ☒ Positiva ☒ Negativa  
Mando del generador: Interno  
Duración del ensayo: 2 min  
Nº de veces que se aplica la tensión de ensayo: 1  
Líneas a ensayar: Alimentación y señal  
Configuración de la muestra para el ensayo

Equipo alimentado a 230V / 50 Hz, utilizando como carga un motor tipo O-30.

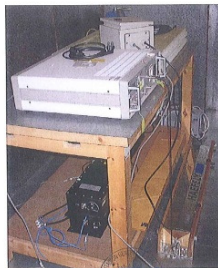
Foto de página



C/11124811  
Página 20 de 28 (+ 2 anexos)



Disposición de la muestra para el ensayo. Ráfagas en alimentación



Disposición de la muestra para el ensayo. Ráfagas en señal



C/11124811  
Página 21 de 28 (+ 2 anexos)

## Resultados del ensayo

### Líneas de alimentación:

MAGNITUD	POLARIDAD	
	POSITIVA	NEGATIVA
TENSIÓN NOMINAL	1 kV	1 kV
FRECUENCIA DEL IMPULSO	5 kHz	5 kHz
DURACIÓN DE LA RÁFAGA	15 ms	15 ms
FRECUENCIA DE LA RÁFAGA	3Hz	3Hz
Nº VECES QUE SE APLICA LA TENSIÓN	1	1
DURACIÓN DEL ENSAYO (=1 minuto)	2 minutos	2 minutos

### Líneas de señal:

MAGNITUD	POLARIDAD	
	POSITIVA	NEGATIVA
TENSIÓN NOMINAL	0,5 kV	0,5 kV
FRECUENCIA DEL IMPULSO	5 kHz	5 kHz
DURACIÓN DE LA RÁFAGA	15 ms	15 ms
FRECUENCIA DE LA RÁFAGA	3Hz	3Hz
Nº VECES QUE SE APLICA LA TENSIÓN	1	1
DURACIÓN DEL ENSAYO (=1 minuto)	2 minutos	2 minutos

### Efectos observados

Efectos observados sobre la muestra durante la aplicación de la perturbación: Ninguno.

Efectos observados sobre la muestra después de la aplicación de la perturbación: Ninguno

### Resultados del ensayo

La muestra CUMPLE con EN 61000-4-4:2004

La muestra es inmune a los transitorios rápidos en ráfagas en líneas de alimentación y señal para un nivel de ensayo 2, con un criterio de aceptación A.

La muestra cumple con los requisitos técnicos establecidos y no se convierte en peligrosa o insegura por la realización del ensayo.

### Observaciones

Niveles de ensayo acordes con EN 12016:2004.

Foto de página







## PROYECTO FIN DE CARRERA, ITI ELECTRÓNICA INDUSTRIAL

### SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES ELECTROMECAÑICOS

**ita** C/11124811  
Página 22 de 28 (+ 2 anexos)

**INMUNIDAD A LAS ONDAS DE CHOQUE**

Condiciones ambientales  
Temperatura: 23,1 °C  
Humedad relativa: 47,8 %  
Presión atmosférica: 992,3 mbar

Equipos de ensayo

Equipo de ensayo	Marca	Modelo	Nº serie
Equipo Surge	HAFFELY	PSURGE 8000	147643
Generador de pulso 1,2/50µs	HAFFELY	PIM100	148848
Red de acople	HAFFELY	PCD 300	148818
Mesa de madera de 0,8 m de altura	-----	-----	-----
Cámara de Faraday	-----	-----	-----
Base de conexión	-----	-----	-----

Procedimiento de ensayo  
Según norma EN 61000-4-5:2008

Datos de ensayo

Líneas aplicadas: ☒ Línea y Tierra ☒ Neutro y Tierra ☒ Línea y Neutro

Nivel de ensayo: 3

Tensión aplicada: 1kV L-N; 2 kV L-PE, N-PE

Polaridad: ☒ Positiva ☒ Negativa

Impedancia del generador: 2Ω

Característica de la onda: 1,2/50µs

Mecanismo de disparo: ☐ Externo ☒ Interno

Nº de ensayos: 5

Frecuencia de repetición: 60 segundos

Secuencia de aplicación de las ondas de choque: L - N: ±1kV  
L - PE: ±2kV  
N - PE: ±2kV

Ángulo de fase (en caso de alimentación AC): Dispara a 0°, 90°, 180°, 270° para los semiciclos positivos  
Dispara a 0°, 90°, 180°, 270° para los semiciclos negativos

Condiciones actuales de la instalación: N.A.

Configuración de la muestra para el ensayo:  
Equipo alimentado a 230V / 50 Hz, utilizando como carga un transformador tipo O-30.

**ita** C/11124811  
Página 23 de 28 (+ 2 anexos)

**Efectos observados**

Efectos observados sobre la muestra durante la aplicación de la perturbación: Ninguno

Efectos observados sobre la muestra después la aplicación de la perturbación: Ninguno

**Resultados del ensayo**

Las líneas de alimentación CUMPLEN con EN 61000-4-6:2006

La muestra es inmune a ondas de choques aplicadas en las líneas de alimentación, para un nivel de ensayo 3 aplicando ±1kV línea - línea, ± 2 kV línea - Tierra con un criterio de aceptación A.

La muestra cumple con los requisitos técnicos establecidos y no se convierte en peligrosa o insegura por la realización del ensayo.

**Observaciones**

Niveles de ensayo acordes con EN 12015:2004

Foto de ensayo

**ita** C/11124811  
Página 24 de 28 (+ 2 anexos)

**INMUNIDAD A LAS PERTURBACIONES CONDUCTIDAS, INDUCIDAS POR LOS CAMPOS DE RADIOFRECUENCIA**

Condiciones ambientales  
Temperatura: 23,1 °C  
Humedad relativa: 47,8 %  
Presión atmosférica: 992,1 mbar

Equipos de ensayo

Equipo de ensayo	Marca	Modelo	Nº serie
Generador de señal	AGILENT	E4431B	US33040398
Amplificador de potencia	KALMUS	757LCS-CE	8487-1
Atenuador de potencia 6 dB	EM TEST	ATT 6	8802050A
Pinza de acople	FCC, Inc	F-2031-32MM	456
Pinza de desacople	FCC, Inc	F-2031-DCN-32MM	292
Flexómetro	CHAVES	ASH	-----
Mesa de madera 0,8 metros de altura	-----	-----	-----
Multímetro	SOAR	4050	80CB2076
Base de conexión	-----	-----	-----

Procedimiento de ensayo  
Según norma EN 61000-4-6:2009

Datos de ensayo

Muestra ensayada como: ☒ unidad simple ☐ unidad múltiple

Redes de acoplamiento y factores de acoplamiento: CDN-MS y CLAMP

Nivel de ensayo: 2

Tensión aplicada: 3 V

Tolerancia de la tensión aplicada: ± 10% de la tensión aplicada

Rango de frecuencia: 150 kHz - 850 kHz

Velocidad de barrido de frecuencia: 1,5 x 10<sup>-6</sup> MHz/s

Tiempo de paso de frecuencia: 1000 ms

Escalones de frecuencia: 1 % de la frecuencia precedente

Líneas ensayadas: ☐ Líneas telefónicas ☒ líneas de alimentación ☒ unidades de perfil ☐ cables coaxiales

Equipo alimentado a 230V / 50 Hz, utilizando como carga un transformador tipo O-30.

**ita** C/11124811  
Página 25 de 28 (+ 2 anexos)

**Efectos observados**

Efectos observados sobre la muestra durante la aplicación de la perturbación: Ninguno

Efectos observados sobre la muestra después la aplicación de la perturbación: Ninguno.

Foto de ensayo



# SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES ELECTROMECÁNICOS



C/11124811  
Página 26 de 28 (+ 2 anexos)

## Resultados del ensayo

Las líneas de alimentación, CUMPLEN con EN 61000-4-6:2009

La muestra se somete a las perturbaciones conducidas, inducidas por los campos de radiofrecuencia aplicadas en las líneas de alimentación y de señal, para un nivel de ensayo 2 con un criterio de aceptación A según nivel mínimo de aptitud especificado por el fabricante.

La muestra cumple con los requisitos técnicos establecidos y no se convierte en peligrosa o insegura por la realización del ensayo.

## Observaciones

Niveles de ensayo de acuerdo con EN 61010-2:2004

Firma del pagador



C/11124811  
Página 27 de 28 (+ 2 anexos)

## INMUNIDAD A LOS HUECOS DE TENSIÓN E INTERRUPCIONES

### Condiciones ambientales

Temperatura: 23,0 °C  
Humedad relativa: 49,0 %/hr  
Presión atmosférica: 992,0 mbar

### Equipos de ensayo

Equipo de ensayo	Marca	Modelo	Nº serie
Generador de interferencias	HAFFELY	LTPS	082 317-02
Multímetro	SOAR	4050	90CR2678
Fluorómetro	CHAVES	ASH	*****
Mesa de madera de 0,5 m de altura	*****	*****	*****

### Procedimiento de ensayo

Según norma EN 61000-4-11:2004.

### Datos del ensayo

Configuración de la muestra para el ensayo:  
Equipo alimentado a 230V / 50 Hz, utilizando como carga un freno motor tipo O-30.

### Observaciones:

La precisión de la tensión de red con la que se ha realizado el ensayo es de  $\pm 2\%$ .

Tensión Nominal	Frecuencia Nominal	Reducción aplicada (% V <sub>a</sub> )	Tiempo de aplicación de la reducción (ms)
230 V	50 Hz	30	10 (0,5 periodos)

Firma del pagador



C/11124811  
Página 28 de 28 (+ 2 anexos)

## Efectos observados

APLICACIÓN	HUECOS DE TENSIÓN E INTERRUPCIONES BREVES:	
	EFECTOS OBSERVADOS SOBRE EL S.E.	
	Durante la aplicación/Duración del efecto	Después de la aplicación/Duración del efecto
70 % V <sub>a</sub> 10 ms polaridad negativa	No se observan cambios de funcionamiento	Sin cambios
70 % V <sub>a</sub> 10 ms polaridad positiva	No se observan cambios de funcionamiento	Sin cambios

## Resultados del ensayo

La muestra CUMPLE con EN 61000-4-11:2004.

La muestra es inmune a interrupciones de tensión aplicadas a la línea de alimentación, para un nivel de ensayo de reducción del 30% de la tensión nominal (durante medio periodo), con un criterio de aceptación A.

La muestra cumple con los requisitos técnicos establecidos y no se convierte en peligrosa o insegura por la realización del ensayo.

## Observaciones

Nivel de severidad de ensayo según Norma EN 61010-2:2004.

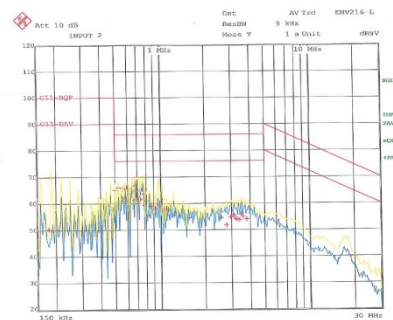
Firma del pagador

Firma del receptor



C/11124811 Anexo 1  
Página 1 de 1

## ANEXO 1: GRÁFICOS DE TENSIÓN PERTURBADORA (150 KHz a 30 MHz)



Fecha: 16.MAY.2011 14:15:54

### C11124811-L Tensión perturbadora en bornes alimentación L

LEYENDA	
Traza roja superior	Límite Superior
Traza roja inferior	Límite Inferior
Traza azul	Detector Mean Peak
	Detector Average

El equipo CUMPLE con EN 61011-2:2007 y EN 61010-2:2004.

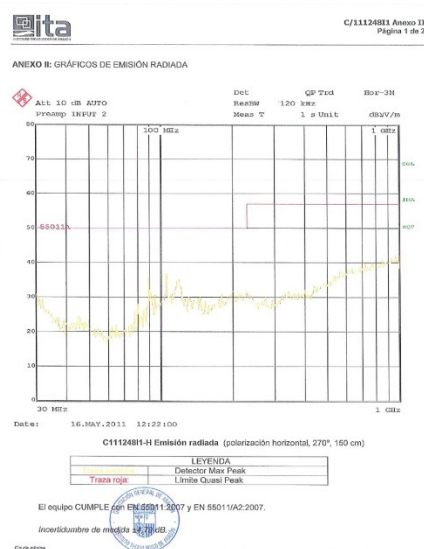
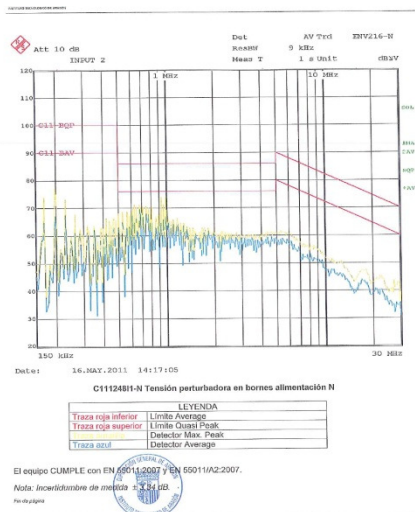
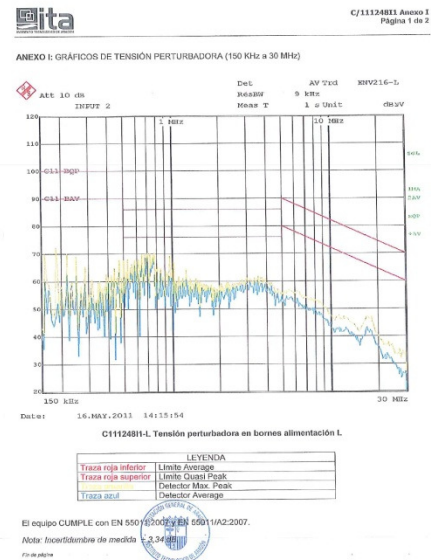
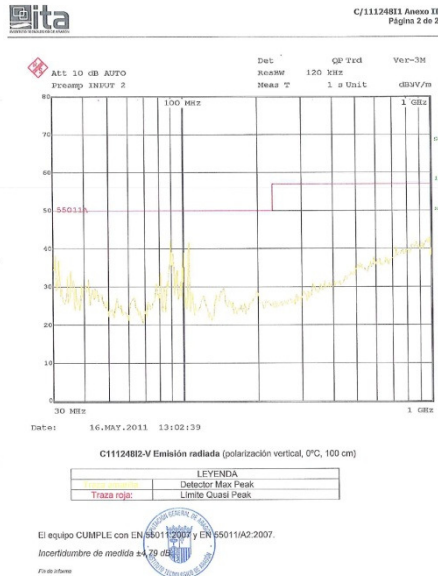
Nota: Incertidumbre de medida  $\pm 3,34$  dB

Firma del pagador





# SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSION EN LA BOBINA DEL FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES ELECTROMECAÑICOS





**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

Anexo 5

Extractos recogidos del “Manual de la maniobra ELE01® de Inelsa Zener”

- **GRUPO TRACTOR TIPOS**

Provoca el desplazamiento de la cabina en función de las señales de mando procedentes del cuadro de maniobra. En todos los casos se dispone de un motor eléctrico, cuya potencia viene dada en función de la carga a desplazar, el cual mueve directamente (Mediante reductores mecánicos) o indirectamente (En ascensores hidráulicos mediante aceite) la cabina.

El accionamiento de los motores se realiza mediante contactores previstos para la potencia el motor. Los elementos de menor potencia como válvulas se accionan mediante pequeños contactores auxiliares. Por razones de seguridad, la alimentación tanto de los contactores como de la electro válvulas se efectúa en el final de la serie, de tal forma que estos elementos no pueden activarse por falta de tensión cuando alguna de las series están abiertas.

Los grupos de tracción electromecánicos se sitúan normalmente directamente encima del hueco, si bien pueden colocarse en la parte inferior del hueco contigua a este.

- **Grupo tractor electromecánico, 1 velocidad**

El grupo tractor es un motor 230/400Vac de cuatro polos, formando bloque de un conjunto motor-reductor asociado a una polea.

Disponemos de tres contactores; Marcha, subida y bajada, además de un magneto térmico de protección de motor, un relé de secuencia de fases y una sonda térmica. La conexión de los elementos de protección del motor serán diferentes según se trate de termocontacto o termistancia.

El motor es accionado directamente por al menos dos contactores del cuadro de maniobra. El de Marcha se activara siempre sea cual sea el sentido de desplazamiento de la cabina y se activara Subir o Bajar en función de si la cabina sube o baja. El cambio de sentido se realiza intercambiando dos fases en la alimentación del motor en los contactores de subir o bajar.

La alimentación de la bobina de freno se realiza mediante contactos auxiliares colocados en los contactores, de forma que no es posible la alimentación de la bobina de freno si no están activados al menos dos de ellos simultáneamente.





**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

○ **Grupo tractor electromecánico, 2 velocidades**

El grupo tractor es un motor 230/400Vac, de dos bobinados con cuatro y dieciséis polos respectivamente, formando bloque de un conjunto motor-reductor asociado a una polea.

Disponemos de cuatro contactores; Marcha lenta, marcha rápida, subida y bajada, además de dos magneto térmicos de protección de motor, uno para el bobinado de velocidad rápida y otro para el de velocidad lenta, además de un relé de secuencia de fases y una sonda térmica para la protección del motor. La conexión de los elementos de protección del motor serán diferentes según se trate de termocontacto o termistancia. El motor dispone de dos bobinados; uno para la velocidad rápida y otro para la velocidad lenta. Para el desplazamiento de la cabina, han de activarse un contactor de velocidad (Rápida o Lenta) y otro de sentido (Subir o Bajar), en función del sentido de desplazamiento de la cabina y la velocidad de esta. El cambio de sentido se realiza intercambiando dos fases en la alimentación del motor y la velocidad alimentando el bobinado correspondiente. La alimentación de la bobina de freno se realiza mediante contactos auxiliares colocados en los contactores, de forma que no es posible la alimentación de la bobina de freno si no están activados al menos dos de ellos simultáneamente.

• **CONEXIONADO DEL GRUPO TRACTOR ELECTROMECAÓNICO**

Para la alimentación del motor se dispone de una regleta de bornas para cada bobinado, en la cual se procederá a conectar los hilos procedentes del cuadro de maniobra. Esta conexión se realiza en estrella o en triángulo en función del tipo de bobinado del motor y de la tensión de alimentación. Además de esto, normalmente se dispone de un termocontacto o de una termistancia para realizar la protección contra sobre temperatura del motor. Para asegurar si se trata de termocontacto o termistor, se empleará un polímetro ajustado para medir resistencia con un fondo de escala de 1000 Ohmios. Colocando las puntas del polímetro en la entrada del termostato, sin nada más conectado en él, polímetro indicará continuidad (0 Ohmios) si se trata de un termocontacto y si es termistancia indicará un valor comprendido entre 60 y 800 Ohmios en función de la temperatura y de número de termistancias conectadas (En motores trifásicos puede haber tres conectadas en serie, una por cada bobinado).

El termocontacto se conectará en las bornas Limp del cuadro de maniobra, mientras que la termistancia se embonará directamente en el relé de sonda térmica. Para que esta funcione, se necesita una resistencia comprendida entre unos determinados valores, no siendo posible dejar la entrada al aire ni puentearla, pues el relé detecta sonda sin conectar o que existe un cortocircuito en la conexión. También se puede conectar el termocontacto en el relé de sonda térmica colocándole en serie una resistencia de 1000 Ohmios. La conexión para el freno se realiza directamente en la bobina de este.





**SISTEMA DE REDUCCIÓN DE LA TENSIÓN EN LA BOBINA DEL  
FRENO DE UN MOTOR ELÉCTRICO, APLICADO A ASCENSORES  
ELECTROMECAÓNICOS**

Equipos electromecánicos de una velocidad:

- Tres cables de la sección adecuada a la potencia de la máquina para la alimentación de esta.
- Un cable, de la misma sección anterior, para la conexión de tierra.
- Dos conductores, de una sección mínima de 0,75mm para la conexión del freno.
- Dos conductores de una sección mínima de 0,75mm para la conexión del termostato del motor.
- En caso de ventilación forzada, prever dos conductores de una sección mínima de 0,75mm para la alimentación del extractor.

Equipos electromecánicos de dos velocidades:

- Seis cables de la sección adecuada a la potencia de la máquina para la alimentación de esta.
- Un cable, de la misma sección anterior, para la conexión de tierra.
- Dos conductores, de una sección mínima de 0,75mm para la conexión del freno.
- Dos conductores de una sección mínima de 0,75mm para la conexión del termostato del motor.
- En caso de ventilación forzada, prever dos conductores de una sección mínima de 0,75mm para la alimentación del extractor.

